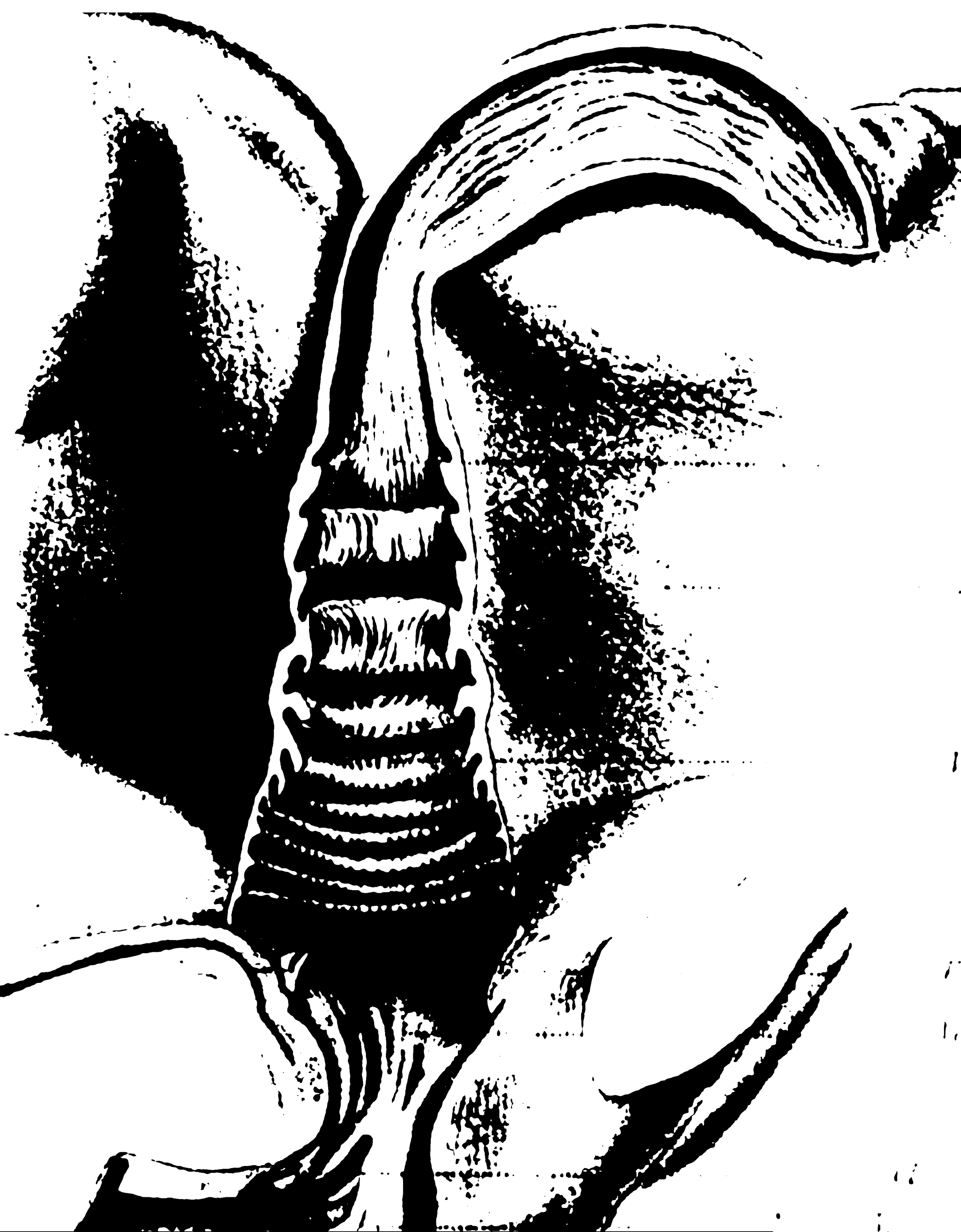
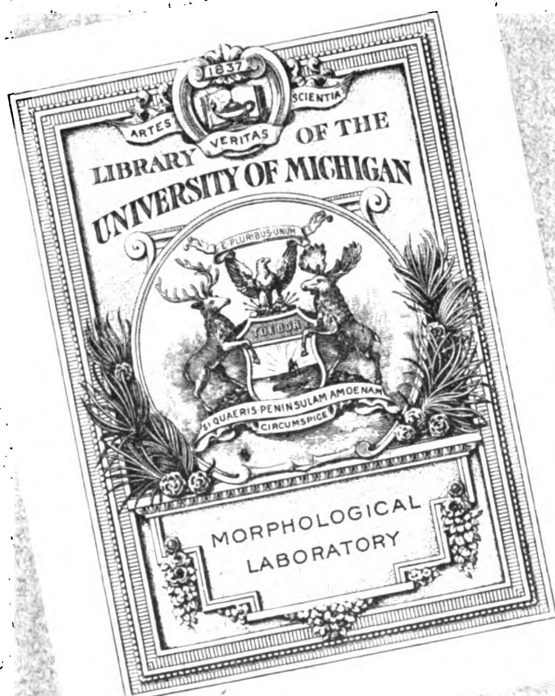


Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft

Medizinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft zu Jena


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE
MORPHOLOGICAL
LABORATORY

Jenaische Zeitschrift

für

NATURWISSENSCHAFT

herausgegeben

von der

medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft

zu Jena.

Zweiunddreissigster Band.

Neue Folge, Fünfundzwanzigster Band.

Mit 28 lithographischen Tafeln und 52 Abbildungen im Texte.

Jena,

Verlag von Gustav Fischer

1898.

Inhalt.

Centralblatt

für

Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte.

Herausgegeben von

Dr. phil. et med. G. Buschan.

Erscheint am 1. jedes Vierteljahres in Heften von 6 Druckbogen in gross Octav.

Preis für den Jahrgang von 4 Heften 12 Mark, bei direkter Zusendung unter Kreuzband nach Deutschland und Österreich-Ungarn 12 Mark 40 Pf., nach dem Auslande 12 Mark 80 Pf.

Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, sowie die unterzeichnete Verlagshandlung entgegen.

Das seit Januar 1896 erscheinende **Centralblatt für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte** hat sich vor allem zur Aufgabe gestellt, möglichst schnell, kurz und objektiv über die wissenschaftlichen Erscheinungen auf den in seinem Titel angeführten Gebieten auszugsweise zu berichten. Es dient also hauptsächlich Referatszwecken. Diese Berichterstattung beschränkt sich nicht allein auf die Litteratur in deutscher Sprache, sondern erstreckt sich auch auf die wichtigsten Erscheinungen der amerikanischen, bosnischen, czechischen, dänischen, englischen, finnischen, französischen, griechischen, holländischen, italienischen, norwegischen, polnischen, russischen, schwedischen, spanischen und ungarischen Litteratur. Das Centralblatt erhält hierdurch und durch einen grossen Kreis von Mitarbeitern im In- und Auslande einen internationalen Charakter.

Ausserdem giebt das Centralblatt eine sorgfältig bearbeitete systematische bibliographische Uebersicht der gesammten laufenden Litteratur der in Betracht kommenden Wissenschaften.

Ferner enthält jede Nummer einen kurzen Originalartikel, der abwechselnd den drei im Titel erwähnten Gebieten entnommen wird. Die Auswahl des Themas wird nach Möglichkeit so getroffen, dass allgemeines Interesse für dasselbe zu erwarten ist.

Schliesslich bringt das Centralblatt auch noch Personalien, kurze Berichte über wissenschaftlich-anthropologische Versammlungen des In- und Auslandes, wie überhaupt Beiträge zur Tagesgeschichte.

Der Inhalt erfährt eine strenge Eintheilung nach den im Titel angegebenen Fächern.

Unter der Rubrik „Anthropologie" finden die Gesichtspunkte: Stellung des Menschen in der Natur, Transformismus, Ursprung des Menschen, Vererbung, Consanguinität, Deformation, Proportionsverhältnisse am menschlichen Körper, Anomalien am Skelett, Mess- und andere Untersuchungsmethoden, Theorien der Craniometrie, Degenerationsanthropologie u. a. m., was unter den Begriff der somatischen Anthropologie fällt, Berücksichtigung.

Unter der Rubrik „Ethnologie" wird der Völkerkunde im allgemeinen, der Einteilung der Rassen und ihrer physikalischen Beschaffenheit im besonderen, ferner der Völkerphysiologie, Psychologie und Pathologie Beachtung geschenkt. Die spezielle Ethnologie, im besonderen die Sociologie, Technologie, Linguistik, Folklore u. a. m. finden in den Referaten weniger Beachtung, weil für diese Gebiete andere einschlägige Zeitschriften existiren, finden indessen in der Bibliographie volle Berücksichtigung.

Unter der Rubrik „Urgeschichte" finden die prähistorische Forschung im allgemeinen, die vorgeschichtlichen Funde und die Paläoethnologie im besonderen Beachtung.

Aus der grossen Zahl empfehlender Äusserungen der Presse seien die nachfolgenden hervorgehoben:

. . . Es freut uns, aussprechen zu können, dass dieses neue Unternehmen sich kräftig und hoffnungsvoll entwickelt. Der Schwerpunkt liegt in den Anzeigen aller neuen Erscheinungen auf dem einschlägigen Gebiete, seien es selbständige Werke oder Abhandlungen und Artikel in Zeitschriften, wobei auch die slavische, italienische u. s. w. Litteratur berücksichtigt ist. Da tüchtige Fachleute die Anzeigen schreiben, so wird das Centralblatt mit der Zeit sich zu einem Führer in der weitschichtigen anthropologischen Litteratur entwickeln.

Globus.

. . . Wir glauben, dass der Herausgeber mit Genugthuung auf diesen ersten Band blicken kann, und wünschen, dass das gewiss verdienstvolle Unternehmen in immer weitere Kreise dringen möchte. Unsere besten Wünsche begleiten das für die Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte wichtige Werk.

Prähistorische Blätter.

. . . Jedes der Hefte enthält eine Originalabhandlung und eine grosse Anzahl Referate, sämmtlich von berufener Feder. . . . Wir finden darunter orientierende Berichte über selbst schwerer zugängliche Werke und Arbeiten, so dass dies Organ berufen scheint, mit der Zeit ein unentbehrlicher Wegweiser in

der stets mehr und mehr anschwellenden Zahl anthropologischer Publikationen zu werden. Wir empfehlen dasselbe der Aufmerksamkeit unserer Leser nachdrücklichst.

Int. Archiv für Ethnographie.

. . . Man sieht, ein reiches Programm. Ebenso reich ist die Zahl derjenigen, die ihre Mitarbeiterschaft an dem jungen Unternehmen zugesagt haben, und lauter Namen von gutem Klang, eine Bürgschaft für eine hoffentlich recht fruchtbare Einwirkung und gedeihliche Entwickelung des Centralblattes. Aus den Versammlungs- und Vereinsberichten wollen wir nur . . . hervorheben, um zu beweisen, dass das Centralblatt nicht nur den Gelehrten von Fach, sondern überhaupt jeden gebildeten Menschen interessieren muss. Aus voller Überzeugung können wir daher das junge Unternehmen empfehlen, das zu einem sehr annehmbaren Abonnementspreise die reichen Schätze des Wissens auf anthropologisch-urgeschichtlichem Gebiete Jedem zugänglich machen will.

Schmidt's Jahrbücher der Medicin.

. . . Das Ganze macht einen sehr gut redigierten Eindruck; auch die äussere Ausstattung ist eine recht gefällige. Allen Freunden anthropologischer Forschung kann daher die interessante Zeitschrift bestens empfohlen werden.

Allgemeine Medicinische Centralzeitung.

. . . Eine Zeitschrift, welche dazu da sein will, die neuesten Fortschritte auf dem fraglichen Gebiete möglichst rasch und übersichtlich zu verbreiten, fehlte bis jetzt, und damit ist schon Alles gesagt, was zu ihrer Begründung notwendig war. **Natur.**

. . . Die neue Zeitschrift wird, wenn sie in gleicher Weise reichhaltig und objektiv bleibt, sicher eine geachtete Stellung gewinnen. Eine Zeitschrift, wie die in Rede stehende, ist ein dringendes Bedürfnis. **Gaea.**

. . . Der nun fertig vorliegende 1. Jahrgang legt Zeugnis ab für den Wert und die praktische Bedeutung des Unternehmens. Bei der grossen Anzahl der bedeutenden Arbeiten, die besonders von russischen Gelehrten in anthropologischen Fragen veröffentlicht werden, ist die Hereinnahme dieser fremdsprachlichen Arbeiten sehr mit Dank zu begrüssen.

Naturwissenschaftliche Rundschau.

. . . Die Zeitschrift bringt möglichst rasch kurze Berichte über die neuen wissenschaftlichen Erscheinungen, namentlich auch die Zeitschriftenlitteratur der weitverzweigten Gebiete, daneben eine Bibliographie. Wir wünschen dem verdienstlichen Unternehmen ein glückliches Gedeihen.

Jahresbericht über Erscheinungen auf dem Gebiete d. german. Philologie.

. . . Das neue Unternehmen von Dr. Buschan führt sich in dem vorliegenden ersten Heft sehr gut ein; dasselbe ist reichhaltig, und die Art und Weise der Berichterstattung ist sachlich und meist auch genügend ausführlich, um dem Suchenden vollen Aufschluss zu gewähren. **Kölnische Zeitung.**

Der Magen der Cetaceen.

Von

Dr. **Friedrich Jungklaus.**

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Jena.)

Hierzu Tafel I und II und 12 Figuren im Text.

Einleitung.

Die vielen zerstreuten und großenteils einander widersprechenden Notizen in der Litteratur über den Magen der Cetaceen zu sammeln und in dieselben an der Hand des vorhandenen Materials so weit als möglich Uebereinstimmung zu bringen, war ein Teil der Aufgabe dieser Erörterung. Zum anderen Teil war diese für die Beschreibung des vorhandenen Materials selbst bestimmt. Dieses ist von Prof. Kükenthal auf seinen Reisen im ostgrönländischen Meere, an die Küsten Finmarkens und der Halbinsel Kola, sowie nach Ostspitzbergen und den König-Karls-Inseln in den Jahren 1886 und 1889 gesammelt und hinsichtlich anderer Organsysteme untersucht worden. Diese Untersuchungen sind niedergelegt als „Vergleichend-anatomische und entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen an Waltieren" im dritten Bande der Denkschriften der Medizinisch-Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena 1889 und 1893. Im zweiten Teile dieses Werkes finden sich auch die übrigen Maße der im Nachstehenden erwähnten Embryonen.

Bisher sind nur wenige Embryonen von Cetaceen bezüglich des Magens untersucht worden, wie denn überhaupt ein so reiches cetologisches Material, wie das von Kükenthal gesammelte, noch niemals vorgelegen hat, und schon aus diesem Grunde schien eine erneute Untersuchung am Platze zu sein. Diese wird außer der Seltenheit des Materials noch durch die Bedeutung gerechtfertigt, die die Entwickelungsgeschichte für die Klärung morphologischer Verhältnisse besitzt.

Für die gütige Ueberlassung des wertvollen Materials sage ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Kükenthal, meinen ergebensten Dank.

Die folgenden Untersuchungen sind an Embryonen (teilweise auch an erwachsenen Tieren) folgender Cetaceen angestellt worden:

1) Phocaena communis.
2) Beluga leucas.
3) Monodon monoceros.
4) Globicephalus melas.
5) Balaenoptera musculus.
6) Hyperoodon rostratus.

I. Phocaena communis.

A. Historisches.

Es ist zunächst ungewiß, wie viel Magenabteilungen bei Phocaena überhaupt zu zählen sind. Die Schwierigkeiten, die diesbezüglich der erwachsene Wal darbietet, spiegeln sich wieder in den auseinandergehenden Meinungen der Autoren, die fast ausschließlich das *erwachsene* Tier untersucht haben.

Die Außenansicht des Magens, wie sie am besten in schöner Kupferabbildung von Carus und Otto (Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie, Leipzig 1835, Heft IV, Taf. VIII) gegeben, und wie sie auch auf Taf. I (Fig. 1) dieser Arbeit dargestellt ist, zeigt *drei* deutlich getrennte Abteilungen bis zu dem scharf eingeschnittenen Pylorus.

Für die Annahme von drei Abteilungen entscheidet sich auch die Mehrzahl der Autoren. So nennt schon Tyson (1680) drei Mägen der Phocaena und eine Passage, die den zweiten mit dem dritten Magen verknüpft, während Hunter (1787) die höchste jemals angenommene Magenzahl angiebt, nämlich fünf Abteilungen, deren dritte ihm „nur ein Uebergang zwischen dem zweiten und vierten Magen zu sein scheint" und nur einen Zoll lang ist. Lacepède (1804) schließt sich Hunter an, nennt aber den Kommunikationskanal zwischen erstem und zweitem Magen den zweiten Magen, während er die Kommunikation zwischen dem zweiten und röhrenförmigen (vierten) Magen im Gegensatz zu Hunter nicht mitzählt. In den fünften Magen münden der Ductus hepaticus

(Cystis fellea fehlt den Walen) und pancreaticus. CUVIER (1805) nimmt dagegen nur vier Abteilungen an, indem er den dritten von HUNTER aufgezählten Magen nicht gelten läßt, da „seine geringe Weite den Aufenthalt der Nahrungsmittel darin verhindert". Daher nennt er ihn „einen kurzen Kanal", ähnlich dem zwischen dem ersten und zweiten Magen befindlichen.

Beide Kanäle könne man jedoch auch wegen der Einschnürungen an ihrem Ein- und Austritt „streng genommen" als Mägen betrachten. Hieraus sind nach CUVIER möglicherweise die hohen Zahlen HUNTER's zu erklären (fünf Mägen von Phocaena, Grampus, Balaenoptera, und sieben von Delphinus Bottlenose). Nach P. CAMPER (1820) hat Phocaena nur drei Mägen, was aber der Herausgeber seines Werkes, A. CAMPER, im CUVIER'schen Sinne korrigieren möchte.

Dieselbe Zählung wie CUVIER beobachtet auch EICHWALD (1824), der gleichfalls den Verbindungskanal zwischen zweitem und drittem Magen, sowie die enge mit einem Wulst versehene Ausmündung des dritten Magens (Torulus muscularis angustatus) erwähnt und von dem vierten Magen meint, er „könne schon für einen Teil des Duodenum gehalten werden, wenn er nicht an Dicke dieses überträfe". Bei dieser Annahme würde die enge wulstige Ausmündung des dritten Magens der Pylorus sein, während der vierte Magen andererseits (nach dem Duodenum hin) „valvula nulla praesente" ausmündet.

Diese Zweifel an der Magennatur der vierten Abteilung werden zur Gewißheit, daß hier kein Magen, sondern eine duodenale Bildung vorliegt, bei BAER (1826) und MECKEL (1829), die nur drei Abteilungen zählen, indem sie den vierten von CUVIER genannten Magen für eine duodenale Ampulle, wie sie sich auch bei Vögeln findet, erklären, da

1) in diesem Teile der Ductus hepaticus (Gallenblase fehlt den Walen) und pancreaticus (s. Wirsungianus) münden, und

2) der Pylorus vor dieser Abteilung liegt, während diese ohne Abgrenzung in den übrigen Darm übergeht.

Schon CUVIER hatte an der Ausgangsöffnung des von ihm beschriebenen vierten Magens einen klappenähnlichen Wulst oder Vorsprung vermißt. Man kann hinzufügen, daß Erweiterungen des Darmes nicht genügen, um als Mägen zu gelten, da auch die Cyclostomen und Chimaera eine solche Anschwellung besitzen, in die der Gallengang mündet, während bei diesen Tieren keine Spur eines echten Magens vorhanden ist, so daß es sich

hier um eine Erweiterung ohne Magen, also lediglich um eine duodenale Ampulle handelt.

Während Lesson (1828) an der Cuvier'schen Auffassung festhält, wird die Baer-Meckel'sche Berichtigung der ursprünglichen Zählung von Rapp (1830) anerkannt, der aber dennoch vier Mägen zählt, indem er den von Hunter angegebenen dritten Magen (alias Passage nach Tyson, Cuvier und Eichwald) wieder zu Ehren bringt und als Magen anerkennt. Dieser Auffassung schließt sich Duttenhofer (1823) an, der auch feststellt, daß beim Embryo dasselbe Größenverhältnis der Magenabteilungen wie beim Erwachsenen herrscht, und daß die von Rapp gefundene Prävalenz des zweiten Magens nur auf die Saugperiode beschränkt ist.

Trotz dieser Betonung der „Passage" zwischen der zweiten und dritten Abteilung als eines besonderen Magens haben alle nachfolgenden Autoren — soweit die einschlägige Litteratur verglichen werden konnte — mit Ausnahme von Turner, Flower und Cleland, die Baer-Meckel'sche Dreiteilung beibehalten. So Carus und Otto (1835), die zugleich die beste Abbildung der Außenansicht geben. Ferner Mayer (1835), der den dritten darmähnlichen Magen wieder in „zwei Längenabteilungen" teilt; auch F. Cuvier (1836) entscheidet sich für die Annahme von drei Mägen. Stannius (1846) schreibt wie Meckel allen Cetaceen drei Magenabteilungen zu, wie auch Bergmann und Leuckart (1855). Milne-Edwards (1860) nimmt an, daß die dritte darmförmige Abteilung eine Verschmelzung von mehreren Mägen sei und in diesem Umstande die Meinungsverschiedenheiten der Autoren wurzelten, während Huxley (1873), der sich gleichfalls für die Dreiteilung entscheidet, die duodenale Ampulle als den Ausgangspunkt der Differenzen betrachtet.

Brümmer (1876) beschreibt den Magen des „Delphins", versteht hierunter aber Phocaena (Delphinus Phocaena) und findet gleichfalls drei Mägen, einen Muskel- oder Kaumagen, einen Labdrüsenmagen und einen Schleimdrüsenmagen. Weber (1888) ist ungewiß, ob die von den Früheren beschriebene Passage als Magenabteilung gelten kann. Sie verdient nach ihm kaum diesen Namen und „sollte vielmehr, wie Murie (1873) es bei anderen Cetaceen gethan hat, »communicating passage« genannt werden".

Im Gegensatz zu den genannten Autoren vertreten Turner (1868 und 1889), Flower (1872) und Cleland (1884) die Vierzahl der Magenabteilungen. Nach Turner (1868 und 1889) ist

die Passage der Autoren ein echter Magen und entspricht dem dritten, walnußgroßen Magen des Globicephalus, während für die vierte Abteilung dieses Wales ein Korrelat bei Phocaena fehlt. TURNER nennt daher (1889) Phocaena als im Besitz von vier Mägen neben Delphinus (Lagenorhynchus albirostris), dessen dritter Magen beim Erwachsenen die Größe einer kleinen Birne besitzt und in seiner Lage dem kanalähnlichen dritten Magen der Phocaena entspricht.

Abweichend von allen genannten Autoren nennt FLOWER (1872) den dritten Magen einen kleinen, kugeligen Sack, wie er sich häufiger bei anderen Cetaceen findet. Aus FLOWER's schematischer Abbildung zu schließen, hat ihm in der That nicht ein Kanal, sondern eine schon außen als besondere Kammer kenntliche dritte Magenabteilung vorgelegen, also eine ähnliche Bildung, wie sie bei Delphinus sich findet.

Dasselbe gilt von dem Befunde CLELAND's (1884), der den dritten Magen kugelig nennt, ihn mit dem von FLOWER beschriebenen dritten Magen vergleicht und versichert, daß er derjenigen Bildung entspreche, die HUXLEY Kanal nennt. Daher findet CLELAND, der den Phocaena-Magen mit dem von Delphinus albirostris vergleicht, zwischen den dritten Abteilungen beider Mägen keinen anderen Unterschied, als den, daß der am Anfang etwas erweiterte vierte Magen bei Phocaena unter, bei Delphinus über der Ausmündung des dritten Magens gelegen ist.

Wie diese Befunde von FLOWER und CLELAND zeigen, kommt der dritte von HUNTER, RAPP und DUTTENHOFER beschriebene Magen der Phocaena nicht immer nur in Form eines Kanals, sondern gelegentlich auch in Form eines gesonderten, zweifellosen Magens vor, so daß der Phocaena-Magen von FLOWER und CLELAND im wesentlichen dem Delphinus-Magen gleichgestellt wird.

Abgesehen von diesen beiden vereinzelten Befunden ist der dritte Magen der Phocaena als gesonderte Abteilung am erwachsenen Wal gar nicht charakterisiert. Daher ist es auch nicht zu verwundern, daß er meist nur als Kommunikationskanal gedeutet wird.

Der einzige neuere Autor, der den kanalartigen dritten Magen als solchen anerkennt und somit die RAPP-DUTTENHOFER'sche Auffassung der Magenzählung vertritt, ist TURNER.

Nur durch Vergleichung mit anderen Walen (Globicephalus und besonders Delphinus albirostris) konnte man zur

richtigen Vorstellung gelangen, während erst die Entwickelungsgeschichte hierüber völlige Sicherheit verschaffen kann. Nun entscheiden die Befunde an Embryonen, wie sie im folgenden beschrieben werden sollen, für die Zählung von RAPP, DUTTENHOFER, TURNER, FLOWER und CLELAND. Denn es läßt sich ein rudimentärer dritter Magen nachweisen, der desto deutlicher ist, je jünger die Entwickelungsstadien sind, so daß schließlich der Magen der ganz jungen Phocaena (11,4 cm) ein Aussehen darbietet ähnlich dem des evident vierkammerigen Magens von Delphinus albirostris, wie er von CLARK (1876) abgebildet ist (cf. auch Abbildung des Magens von Delphinus delphis bei BOULART und PILLIET 1884).

Mit diesem embryonalen Verhalten stimmt auch die abweichende und seltene Bildung eines kugeligen, außen sichtbaren dritten Magens überein, wie er von FLOWER und CLELAND bei der erwachsenen Phocaena gefunden wurde. Somit wären diese Befunde als atavistische Erscheinungen aufzufassen.

Auf diese Weise ist eine Uebereinstimmung in die Zählung der Magenabteilungen zu bringen, und die diesbezüglichen Meinungsverschiedenheiten hängen, wie MILNE-EDWARDS sagt, „viel mehr von der Art und Weise ab, die beobachteten organischen Einrichtungen zu interpretieren, als von einem Nichtübereinstimmen an diesen Einrichtungen selbst“, was übrigens nicht von dem Magen aller Wale (cf. Hyperoodon) gesagt werden kann.

B. Eigene Untersuchungen

I. am Magen eines erwachsenen und frisch secierten Weibchens von 1,60 m Rückenlänge;

II. am Magen eines erwachsenen, aber noch jungen Exemplares (Magen konserviert);

III. am Magen eines ♂ Embryo von 55,9 cm Rückenlänge;

IV. am Magen eines ♂ Embryo von 13,4 cm Rückenlänge;

V. am Magen eines ♂ Embryo von 11,4 cm Rückenlänge.

I. Magen eines erwachsenen und frisch secierten Weibchens von 1,60 m Rückenlänge. — II. Magen eines erwachsenen, aber noch jungen Exemplares (Magen konserviert).

Nach Eröffnung der Bauchhöhle sind nur der zweite und vierte Magen sichtbar. Zum Teil sind sie von der Leber bedeckt,

die, wie bei allen Cetaceen, nur zwei Lappen besitzt. Der linke ist der oberen rechten Fläche des zweiten Magens und dem ganzen oberen Teil des vierten Magens aufgelagert, so daß von diesem nur die zwei unteren Umbiegungen sichtbar sind (cf. Fig. 1 im Text).

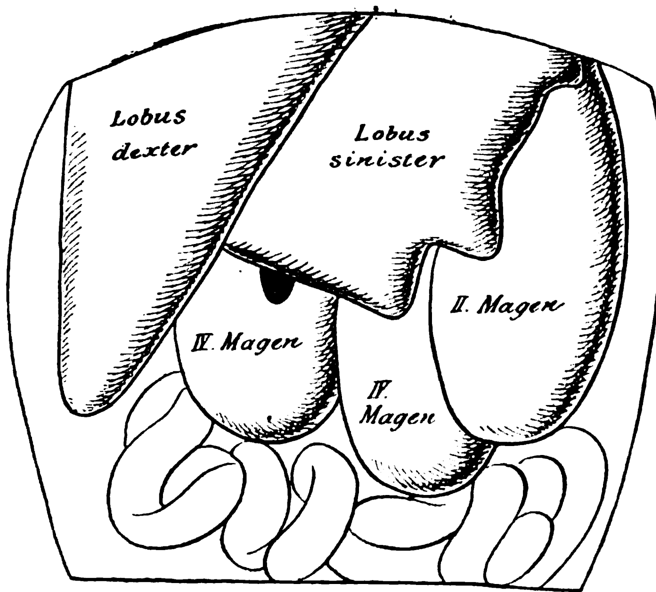


Fig. 1. Skizze des eröffneten Situs des Magens der frisch secierten Phocaena (1,60 m lang).

Pylorus und duodenale Ampulle werden vom rechten Leberlappen bedeckt. Erst wenn der zweite Magen nach rechts geschoben, wird der dorsalwärts von diesem gelegene erste Magen sichtbar, der sich von den anderen Abteilungen durch den deutlich sichtbaren Verlauf seiner Längsmuskelfasern unterscheidet. Zwischen der duodenalen Ampulle und der hoch aufsteigenden Schlinge des vierten Magens ist das Pancreas sichtbar.

Wiewohl die Beschreibung des Magens der erwachsenen Phocaena schon oft (am ausführlichsten von Cuvier) gegeben ist, so muß sie hier doch wiederholt werden, um dann die Beschreibung der Embryonen-Mägen daran anzuschließen.

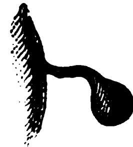
Der Oesophagus ist 20—25 cm lang (excl. Pharynx) und in erschlafftem Zustande 3—6 cm weit. Diese beträchtliche Weite kann durch Dehnung noch so bedeutend zunehmen, daß durch den Oesophagus hindurch die Hand in den ersten Magen ein-

geführt werden kann. Dieses von Rapp ausgeführte Experiment konnte an dem frisch secierten Exemplare der erwachsenen Phocaena wiederholt werden. Der Oesophagus geht äußerlich und innerlich (mit seinen Längsfalten und seinem dicken, hornigen Epithel) unmittelbar in den ersten Magen über, was schon von Tyson (1680) konstatiert ist. Somit ist eine Cardia nicht vorhanden, und der Beginn des ersten Magens nur willkürlich zu bestimmen.

Der erste Magen ist eiförmig und mit der Spitze distal gerichtet. In erschlafftem Zustande beträgt seine Länge 13 cm, wenn der Beginn der Faltenwindung als Magenanfang angenommen wird, und seine größte Breite 5 cm. Die Expansionsfähigkeit dieser Abteilung des Magens ist eine ganz erstaunliche: in aufgeblasenem Zustande zeigte der frische Magen eine Länge von 20 cm und eine größte Breite von $12^1/_2$ cm. Er erweist sich dadurch nicht allein als der voluminöseste (cf. Taf. I, Fig. 1), sondern auch als der expansionsfähigste aller Mägen der Phocaena. Bis zur Hälfte des Magens sind die ösophagealen Längsfalten noch als solche deutlich, wenn auch bereits die Windungen begonnen haben. Dann aber treten sehr starke Windungen auf, die als harte Rugae scharf in das Lumen vorspringen und oft einen Verlauf zeigen, der an den der Gehirnwindungen erinnert. Diese Falten erheben sich bis zu einer Höhe von 2 cm und verstreichen beim Aufblasen des Magens, mit Ausnahme derjenigen, die um die Mündung in den zweiten Magen gestellt sind. Die Muskelwand des Magens beträgt $^1/_2$ cm Dicke, und das verhornte und rauhe Epithel ist fast 1 mm dick und, wie auch das des Oesophagus, von glänzend weißer Farbe. Die Mündung in den zweiten Magen liegt rechts, und ihr oberer Rand 2 cm unter der oben angenommenen Oesophaguseinmündung. Die Mündung in den zweiten Magen ist der Beginn eines Kanals von 2 cm Länge, der das Epithel und die in ihn fortgesetzten Längsfalten des Oesophagus besitzt. Der Umfang des aufgeschnittenen Kanals beträgt $3^1/_2$ cm, doch schließt sich der Kanal mit seinen Falten so eng zusammen, daß nur ein $^1/_2$ cm dicker Stab hindurchgesteckt werden kann und große Nahrungspartikel ihn gewiß nicht passieren können. Um die Eingangsöffnung dieses Kanals bilden die Schleimhautfalten des ersten Magens einen Kranz von hohen „zahnartigen, nach links gerichteten Vorsprüngen" (Meckel), welche nach Cuvier „den Rücktritt der Speisen aus dem zweiten Magen in den ersten verhüten". Am Ende dieses Kanals schließt das

ösophageale Epithel gegen das des zweiten Magens in scharfer Linie ab. Am frischen Exemplar ist diese Grenze ganz besonders markant, indem hier die weiße Schleimhaut des Oesophagus resp. des ersten Magens mit der blutroten des zweiten Magens kontrastiert. — Diesen Kanal würde CUVIER, ebenso wie den kanalartigen dritten Magen, für besondere Magenabteilungen halten, wenn sie ihm geeignet schienen, den Nahrungsmitteln einen Aufenthalt zu gestatten.

An der Dorsalwand des Magens, und zwar in der unteren Hälfte, finden sich, in das Omentum eingewoben, eine Anzahl drüsiger Körper, deren Oberfläche stark vascularisiert erscheint. Sie sind kugelig bis ellipsoid. Der größte ist 4 cm lang (in sagittaler Richtung), 3 cm breit und zugleich etwas abgeplattet, so daß er $1^1/_2$ cm dick (dorso-ventral) ist. Die histologische Struktur erweist diesen Körper als Milz. In der Nähe derselben sind noch eine Anzahl kleinerer, ganz ähnlicher Körper placiert, von denen circa fünfzehn die Größe einer Erbse überschreiten. Der größte von ihnen hat entsprechend der genannten Milz die Durchmesser: 2 cm, $1^1/_2$ cm, 1 cm. Außer diesen ist aber noch eine Menge kleinerer, nur stecknadelkopfgroßer, ähnlicher Körper in der Nähe verstreut. Alle sind von dunklem, blutigem Aussehen und von Gefäßen (je einer Arterie und Vene) versorgt, an denen sie zuweilen wie Früchte an einem Baum, so von der Serosa des ersten Magens und vom Omentum majus herunterhängen (cf. Fig. 2 im Text).


Fig. 2.

Alle diese drüsigen Körper besitzen denselben Bau wie die Milz und sind somit auch Milzen, so daß hier die Milz in eigentümlicher Weise zerklüftet und geteilt erscheint. Unter der großen Zahl dieser Teilprodukte ragt ein Körper durch seine Größe besonders hervor, so daß hier von einer Milz und von Nebenmilzen gesprochen werden kann. Sie zeigen große, bis 1 mm im Durchmesser betragende, dicht gedrängte MALPIGHI'sche Körperchen (Milzknötchen).

Die wichtigsten histologischen Verhältnisse des ersten Magens wie des Oesophagus sind folgende:

Das geschichtete Plattenepithel des Oesophagus ist 760 μ dick. Alle Zellen, auch die obersten, verhornten, sind mit Kernen versehen. Die obersten, dem freien Lumen zugekehrten Zellen sind, wie auch ihre Kerne, stark abgeplattet. Die tiefer liegenden Zellen sind mehr kubisch und werden nach der Tiefe zu immer kleiner, ohne daß die Kerne entsprechend kleiner

werden. Infolge dieses größeren Kernreichtums, und weil zugleich das Protoplasma dieser tieferen Schichten sich stärker färbt, sind die unteren Schichten von den oberen ziemlich bedeutend differenziert, wenn auch nicht so scharf wie bei Balaenoptera (cf. unten); bindegewebige, konische Papillen, die schon mit bloßem Auge sichtbar sind, steigen von der dicken Tunica propria mucosae in diesem Epithel hoch hinauf, bis 200 μ unter der freien Oberfläche. Die Muscularis besteht vorwiegend aus Längmuskulatur.

Das Epithel des ersten Magens zeigt dieselbe Beschaffenheit wie das des Oesophagus. Nur besitzt es eine sehr ungleichmäßige Stärke, indem Erhebungen und Vertiefungen im Epithel sich finden. An den Erhebungen ist das Epithel ca. 1 mm dick, an den Senkungen dagegen nur halb so stark. Sehr schlanke Coriumpapillen, die besonders zahlreich in den Erhebungen des Epithels vorhanden sind, wölben das Epithel zackenartig hervor und steigen bis ca. 150 μ an die freie Oberfläche heran. Eine gute Abbildung dieses Epithels ist von Brümmer (1876) gegeben worden.

Die unter dem Epithel liegende Mucosa ist $2^1/_2$ mm dick, die Muscularis indes $^1/_2$ cm, bestehend aus einer stärkeren inneren Ringmuskelschicht und schwächeren, äußeren Längsfaserschicht. Die Serosa ist fast 1 mm dick.

Als Inhalt des ersten Magens fanden die Autoren fast ausschließlich Fischreste; außerdem wird mehrfach Sand erwähnt. In dem konservierten Magen fanden sich: stark korrodierte Fischschuppen, Ascariden und Sand in erheblicher Quantität. Der erste Magen der frisch secierten Phocaena zeigte ausschließlich Fischreste: namentlich 7 zum Teil noch mit stark angedauten Weichteilen versehene Skelette von ca. 10 cm langen Fischen, ferner eine große Menge Fischknochen, aus deren Masse noch 16 Achsenskelette kleinerer Fische herausgezogen werden konnten. In dem breiigen Fluidum, das diese Teile umgab, zeigte die mikroskopische Betrachtung fein zerstückte quergestreifte Muskelfasern.

Der zweite Magen liegt ventral vom ersten und bei dessen Dehnung durch Aufblasen rechts von ihm (cf. Taf. I, Fig. 1). Er hat die Gestalt eines weiten Rohres, das von vorn nach hinten in gerader Richtung verläuft und nur vorn etwas nach links hin gekrümmt ist. Die Länge beträgt 11 cm, und die durchschnittliche Breite 5 cm. Bei mäßiger Ausdehnung durch Aufblasen mißt die

Länge 20 cm, die Breite gleichmäßig $6^{1}/_{2}$ cm und der Umfang 20 cm. — Die in frischem Zustande blutrote Schleimhaut bietet ein eigenartiges Bild dar: zwölf bis vierzehn (die Zahl schwankt individuell) bis $1^{1}/_{2}$ cm hoch aufsteigende Schleimhautfalten durchziehen, von der Einmündung der ersten Abteilung beginnend, der Länge nach diese zweite Magenabteilung, gehen manchmal durch Gabelung ineinander über und entsenden quere Zacken, die bei je zwei benachbarten Längsfalten alternierend ineinander greifen. Sehr bezeichnend schildert sie Cuvier als „dicke und rundliche Längsstreifen, die durch kleinere Querstreifen vereinigt werden, und sich wie die Finger zweier gefalteten Hände untereinander verflechten“, während nicht minder bezeichnend Hunter die Falten „ineinander eingebissen“ nennt und das Innere dieses Magens dem Aussehen einer Honigwabe vergleicht. Letzterer Vergleich wird auch von Home (1807) und Clark (1876) auf Delphinus angewandt. Die beste Abbildung von dem Aussehen dieser Schleimhautfalten haben Carus und Otto (1835) gegeben.

Die Muscularis ist $1^{1}/_{2}$ mm dick und besteht aus einer inneren Ringfaserschicht und schwächeren, äußeren Längsmuskulatur. Darüber liegt eine 1 mm dicke Bindegewebeschicht (Submucosa), die sich in hohen, dünnen Falten erhebt. Diese Schicht ist gefäßreich und von spongiöser Struktur. Ueber ihr liegt eine 3 mm starke Mucosa propria von streifigem Aussehen. In ihr vermutet schon Cuvier eine Drüsenschicht, indem er sie aus Fasern bestehend nennt, die „sehr dicht aneinander stehen und vielleicht von drüsiger Beschaffenheit sind“. Abbildungen hiervon hat Weber gegeben. Die Drüsennatur dieser Mucosa wurde von Ecker (1856) und F. E. Schulze (1867) erwiesen, die auch die beiden zelligen Elemente dieser Drüsen feststellten, nämlich 1) die Hauptzellen (Heidenhain, adelomorphe Zellen Rollett's) und 2) die Belegzellen (Heidenhain, delomorphe Zellen Rollett's, Peptonzellen der älteren Autoren). Die Hauptzellen, die die ganze Membrana propria der Drüsenschläuche in kontinuierlichem Belag auskleiden, sind undeutlich, weil sie sich im Gegensatze zu den Belegzellen undeutlich färben und sehr hinfällig sind. Belegzellen sind bei allen Cetaceen nur im zweiten Magen (ausgenommen Ziphioiden im ersten Magen) gefunden worden. Es sind große ovoide Zellen, die den sehr langen, die ganze Mucosa propria ausfüllenden, verzweigt-tubulösen Drüsen in mehreren Längsreihen angelagert sind. Sie bilden also einen diskontinuier-

lichen Belag der Membrana propria und finden sich zahlreicher nach dem Grunde der Drüsen zu; ihr längerer Durchmesser beträgt ca. 16 μ. Sie sind leicht färbbar und heben sich außer durch ihre Größe auch durch ihre Farbe leicht von den Hauptzellen ab. — Das Cylinderepithel des zweiten Magens ist sehr hinfällig und konnte nur an den Drüsenmündungen wahrgenommen werden.

Die Differenzierung der Drüsenzellen charakterisiert die Drüsen des zweiten Magens als Fundus- oder Labdrüsen, während ein Fehlen der Belegzellen den Schleim- oder Pylorusdrüsen eigentümlich ist, wie sie in der Schleimhaut des dritten und vierten Magens sich finden. Da somit die Mägen durch das Verhalten ihrer Drüsen scharf geschieden werden, hat man sie mit verschiedenen Namen belegt und den zweiten Magen vielfach Cardiamagen genannt im Gegensatz zu den Pylorusmägen. Indes wäre diese Bezeichnung wohl besser zu vermeiden in Anbetracht dessen, daß es bei vielen Säugetieren an der Cardia eine Drüsenzone giebt, die der Belegzellen entbehrt und deren Drüsen somit den Schleimdrüsen ähnlich sind. Diese Region würde also, wenn sie einen besonderen Magen bildete, die genannte Bezeichnung eher verdienen. Passender erscheint die Bezeichnung Brümmer's, der den zweiten Magen Labdrüsenmagen genannt hat. Hierbei ist ein Mißverständnis ausgeschlossen, denn der „Labmagen“ (Abomasus) der Wiederkäuer ist kein ausschließlicher Labdrüsenmagen, da er außer den Labdrüsen auch noch Pylorusdrüsen besitzt und in diesem Verhalten dem Magen des Menschen und dem der meisten Säugetiere entspricht.

Die zweite Magenabteilung mündet an ihrer rechten Seite 4 cm von ihrem unteren Ende mittelst einer $^1/_2$ cm weiten Oeffnung in einen schmalen Kanal, der in der hier stark verdickten Wand des zweiten Magens liegt; er ist $^1/_2$ cm weit, $2^1/_2$—$4^1/_2$ cm lang und fast rechtwinklig nach unten gebogen. Vier schwache Längsfalten sind hierin sichtbar, und die Farbe der Mucosa ist im Gegensatz zu der des zweiten Magens graurötlich. Dieser Kanal ist die dritte Magenabteilung, deren Wert als solche aus der Entwickelungsgeschichte hervorgeht. Es finden sich tubulöse Drüsen, die kaum 1 mm lang sind und keine Belegzellen besitzen. Die Muscularis besteht vorwiegend aus Ringmuskulatur.

. Der vierte Magen ist darmähnlich, 20—45 cm lang (bei den beiden Exemplaren sehr verschieden) und dreimal gebogen,

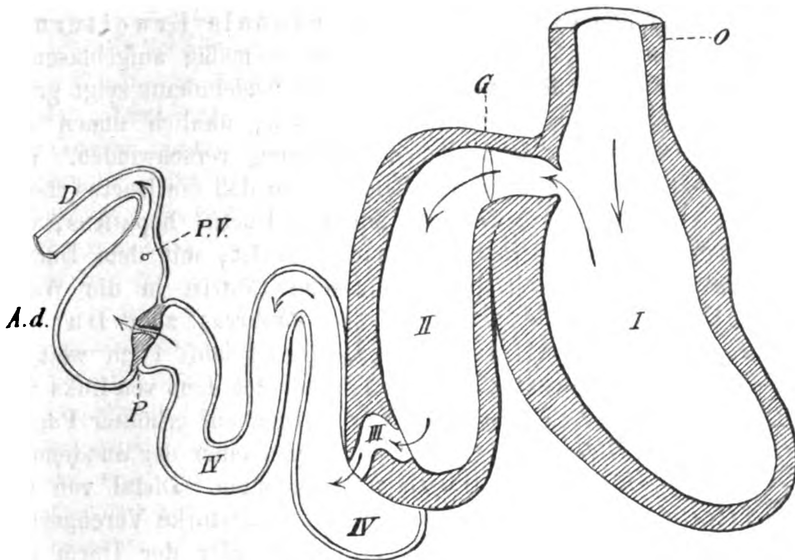


Fig. 3. Umrisse des eröffneten Magens der erwachsenen Phocaena. *O* Oesophagus. *I—IV* Die 4 Mägen. *G* Epithelgrenze zwischen erstem und zweitem Magen. *P* Pylorus. *A. d.* Ampulla duodenalis. *P. V.* Papilla Vateri. *D* Duodenum.

indem er, sich eng an den zweiten anlegend, zunächst ein wenig abwärts geht, dann hoch aufwärtssteigt, hier umbiegt und wieder herabsteigt, um sich dann wieder etwas zu erheben und mit dem Pylorus zu endigen. Anfangs ist diese Abteilung $2^1/_2$ — 4 cm weit und innen glatt, dann verengt sie sich, ist nur noch $1^1/_2$ — 3 cm im Mittel weit und zeigt niedrige und unregelmäßige Schleimhauterhebungen, die beim Dehnen verstreichen. Der Umfang beträgt beim Aufblasen 12 cm. Die Farbe der Mucosa ist wie die des dritten Magens graurötlich. Ein zum Magenlumen schräg gestellter Pylorus, der an der Außenseite des Magens, besonders an der dorsalen, durch einen scharfen Einschnitt bezeichnet wird, begrenzt diesen letzten Magenabschnitt gegen den Dünndarm. Der Pylorus ist in der Mitte $1^1/_2$ cm dick und zeigt hier eine sehr enge (2 mm) Oeffnung als Kommunikation zwischen Magen und Duodenum. Die tubulösen Drüsen sind ca. 1 mm lang und besitzen keine Belegzellen. Die Mucosa ist im distalen Teil dieses Magens stärker, als im proximalen; die Mus-

cularis besteht aus innerer Ring- und äußerer Längsfaserschicht. Nach seiner Drüsenbeschaffenheit könnte man diesen wie auch den dritten Magen Schleimdrüsenmagen (Brümmer) nennen.

Die auf den Pylorus folgende duodenale Erweiterung ist 8 $^1/_2$ cm lang, 5 cm breit und hat in mäßig aufgeblasenem Zustande einen Umfang von 17 cm. Die Schleimhaut zeigt graurötliche Farbe und unregelmäßige Falten, ähnlich denen des vierten Magens, die auch bei der Dehnung verschwinden. Wie bei allen Cetaceen fehlt eine Gallenblase, so daß ein Ductus choledochus nicht existiert, sondern nur ein Ductus hepaticus, der sich, was auch allen Cetaceen gemeinsam ist, mit dem Ductus pancreaticus seu Wirsungianus vor dem Eintritt in die Wand des Duodenum in der Substanz des Pankreas zum Ductus hepato-pancreaticus vereinigt. Dieser läuft 1 cm weit in die Wand der duodenalen Ampulle und mündet dann von links her in die Ampulle, 3 cm von deren Verengerung auf erhöhter Papille (Diverticulum Vateri); diese liegt am Beginn einer der duodenalen Längsfalten, die sonst hier noch nicht beginnen. Distal von der duodenalen Ampulle findet sich zunächst eine starke Verengerung des Duodenum (cf. Taf. I, Fig. 1), indem hier der Darm nur 1 $^1/_2$ cm breit ist und einen Umfang von 4 cm besitzt. Dann wird das Duodenum etwas voluminöser und behält eine Breite von 2 cm und einen Umfang von 7 cm. Somit ist das Duodenum, abgesehen von der Ampulle, beträchtlich enger, als der vierte darmähnliche Magen.

Der Inhalt des zweiten bis vierten Magens, wie auch der duodenalen Ampulle war ein braunes Fluidum, in dem mit bloßem Auge zahlreiche, schimmernde Pünktchen erkennbar waren, die wohl als Schuppenreste gedeutet werden können. Unter dem Mikroskop zeigten sie sich derartig zerfasert und formlos, daß aus ihrer Struktur nichts geschlossen werden konnte. Ueberall, am meisten aber im zweiten Magen, zeigten sich Stücke von gestreiften Muskelfasern.

Am Pankreas können drei Lappen unterschieden werden, nämlich:

1) ein centraler, zugleich der größte, der frei über die hoch ansteigende Schlinge des vierten Magens gelegt ist;
2) ein linker, der als schmaler Streifen über den oberen Teil des zweiten Magens zieht, an dessen Oberfläche er festgewachsen ist, und sich dann am ersten Magen befestigt;

3) ein rechter, der am vierten Magen und an der duodenalen Ampulle befestigt ist.
Diesem Teil entspringt der Ductus pancreaticus.

III. Magen des Embryo von 55,9 cm Rückenlänge.

An diesem Magen ist sowohl der ösophageale Ursprung der ersten Abteilung, sowie das Ueberwiegen der zweiten Abteilung in diesem Stadium der Entwickelung deutlich erkennbar. Die Länge der herzförmigen ersten Magenabteilung ist schwer anzugeben, da der Oesophagus mit seinen Längsfalten weit hinunter reicht und noch als solcher mit dem zweiten Magen kommuniziert (cf. Taf. I, Fig. 2). Dann erweitert er sich bulbusartig, um nun erst nach unten in ein Divertikel überzugehen und in diesem die für die erste Magenabteilung charakteristischen, Gehirnwindungen ähnlichen Schleimhauterhebungen zu bilden, die im Gegensatz zu den Schleimhautfalten des zweiten Magens noch wenig in das Lumen des Magens vorspringen. — Die bulbusartige Erweiterung des Oesophagus ist an der Außenseite durch einen deutlichen Sulcus circularis gegen den eigentlichen ersten Magen abgegrenzt (cf. Taf. I, Fig. 3). Das Epithel des ersten Magens ist wie das des Oesophagus geschichtetes Plattenepithel. Die in das Epithel hineinragenden Cutispapillen sind eben erst angedeutet, und noch breit und stumpf; auch sind die oberen Zellen noch nicht so stark abgeplattet wie beim Erwachsenen.

Die Kommunikation des ersten und zweiten Magens ist ein 12 mm langer und 3 mm weiter Kanal, während die Länge der ersten Abteilung unterhalb dieses Kanals 20 mm mißt. Auch dieser Kanal zeigt das Epithel und die Längsfalten des Oesophagus.

Die zweite Magenabteilung ist bedeutend weiter entwickelt, als die erste. Sie ist 5 cm lang und fast 2 cm breit und zeigt scharf hervorspringende regelmäßige Längsfalten, ganz ähnlich denen des erwachsenen Wales und im Verhältnis zu diesen weiter entwickelt, als die Falten des ersten Magens. Sie zeigen noch deutlicher, als die Falten des erwachsenen Tieres, jenes „Honigwaben-Aussehen“ infolge der Polygonie der Zwischenräume zwischen den Querzacken, wie dies auf der linken Seite der Figur 3 von Taf. I zu sehen ist, während im übrigen Teil des zur Hälfte eröffneten Magens die Längsfalten derartig eng aneinander geschlossen daliegen, daß die Querfalten und somit auch die Polygonie der Zwischenräume nur beim Spannen des Magens zur Ansicht gelangen. Der Grund für die größere Deutlichkeit des

polygonalen Wabenaussehens liegt in dem geringeren Dominieren der Längsfalten.

Das Cylinderepithel war zum Teil gut erhalten. An den noch einfach-tubulösen Drüsen ist eine Differenzierung in Haupt- und Belegzellen noch nicht eingetreten.

Das *Ueberwiegen des zweiten Magens* beim jugendlichen Individuum ist zuerst von Rapp (1830) bemerkt: „Solange der Delphin noch von Milch lebt, findet man den ersten Magen, welcher in einer späteren Lebensperiode unter allen der größte wird, verhältnismäßig klein, kleiner als den zweiten. Der zweite Magen ist bei dem noch von Milch lebenden Delphin mehr als alle übrigen entwickelt" (Rapp 1837). Dasselbe gilt nach Rapp (1837) von einem 14 Zoll langen Fötus von Phocaena.

Der *dritte Magen* entspricht in Lage und Form hier den Verhältnissen des erwachsenen Wales: ca. 1 cm vom rechten unteren Ende des zweiten Magens führt eine Oeffnung in einen 1 mm weiten und 11 mm langen, fast rechtwinklig nach unten gebogenen Kanal, den dritten Magen.

Der *vierte Magen* ist ca. 8 cm lang und endet mit dem schräg gestellten Pylorus, der innen und außen (durch Einschnürung) den Magen scharf gegen die duodenale Ampulle begrenzt. Das Cylinderepithel war zum Teil gut erhalten und die tubulösen Drüsen bereits deutlich ausgebildet.

IV. Magen des Embryo von 13,4 cm Rückenlänge.

Aus dem Vorhergehenden könnte geschlossen werden, daß ein jüngeres Stadium ein vielleicht noch größeres Prävalieren des zweiten Magens gegenüber den anderen Magenabteilungen, namentlich der ersten aufweisen könnte. Indes zeigen die Befunde gerade das Gegenteil von dieser Vermutung. Schon Duttenhofer (1832) stellte fest, daß beim Fötus (man muß hinzufügen: wenn er nicht, wie der vorige, kurz vor der Geburt steht) der erste Magen der größte ist.

Der *Oesophagus* geht so allmählich in den ersten Magen über, daß die Grenze hier wiederum nur willkürlich angesetzt werden kann. Nimmt man als solche *hier*, wo die ösophagealen Längsfalten *weit* hinunterreichen, den oberen Rand der Einmündung in den zweiten Magen an, so beträgt die Länge des herzförmigen *ersten Magens* 1,8 cm und seine größte Breite, die in der Richtung des Einmündungskanales in den zweiten Magen, aber etwas tiefer verläuft — 1,4 cm. Dieser Kanal ver-

bindet den Oesophagus mit dem zweiten Magen und ist derartig gekrümmt, daß sein oberer Rand 5 mm, sein unterer 10 mm lang ist, und so weit, daß sein Umfang 10 mm beträgt. Wenngleich der Oesophagus bei der Abgabe dieses Kanals schon angeschwollen ist, so erweitert er sich doch noch mehr, und zwar zu einem relativ mächtigen Bulbus, der äußerlich durch einen tiefen Sulcus von dem Divertikel, als welches der erste Magen sich hier zum Teil darstellt, geschieden ist (cf. Taf. I, Fig. 6). Bulbus wie Sulcus werden sichtbar, wenn in der rechten Ventralansicht das Duodenum und der pyloriale Teil des Magens entfernt werden.

Der Bulbus, der den größeren Teil des herzförmigen ersten Magens bildet, zeigt innen dieselben Längsfalten wie der Oesophagus. Sein Boden ist bei der in der Zeichnung angenommenen aufrechten Stellung nahezu horizontal. Dieser Boden fällt dorsalwärts steil ab in ein Divertikel, welches noch 1 cm tief ist; hier hinein setzen sich die Längsfalten noch fort und reichen als solche fast bis zur Spitze des Magens. Zum Teil sind sie bereits ein wenig mäandrisch gewunden, so namentlich im rechten Teil des Magens.

Solche Windungen zeigen sich auch, und zwar besonders stark, um die Oeffnung des in den zweiten Magen abgehenden Kommunikationskanales. Die Schleimhautfalten springen relativ weit in das Lumen vor, nämlich bis $1^1/_2$ mm. Die Magenwand ist ca. 2 mm dick. Das geschichtete Plattenepithel dieser Magenabteilung ist 100 μ dick und zum Teil kontinuierlich vom Bindegewebe abgelöst. Die oberen Zellen sind noch nicht abgeplattet, und Cutispapillen noch nicht ausgebildet. Eine Differenzierung der Epithelzellen in eine dunklere, tiefere und in eine obere, hellere Schicht mit größeren Zellen ist zu erkennen.

Die zweite Abteilung ist schlauchförmig und eng an den ersten Magen angeschlossen (cf. Taf. I, Fig. 4 und 5). Sie hat sehr viel dünnere Wände ($^1/_2$ mm), als die erste Abteilung, ist 1,8 cm lang und 8 mm im Durchschnitt breit, ist also nur wenig geräumiger, als die erste Abteilung. Im Inneren hingegen ist sie nicht entfernt so gut ausgebildet, wie der oesophageale Magen, denn die Schleimhautfaltung hat eben erst begonnen: meist sind die Falten nur erst als feines Netzwerk angedeutet; nur an der Dorsalseite zeigen sich drei höhere Längsfalten, deren eine bis $^1/_2$ mm aufsteigt; sie sind bereits durch alternierende Querfalten untereinander verbunden.

Das Cylinderepithel der freien Oberfläche dieses Magens war meist vernichtet. Die Drüsenbildung dieser Entwickelungsstufe stellte sich dar als epitheliale Einsenkungen, die ca. 200 μ tief zwischen schmalen Bindegewebssäulen in die Mucosa hineinragten.

7 mm vom Fundus dieses Magens zeigt sich eine ovale Oeffnung, um die die Schleimhautfältchen strahlenförmig angeordnet sind. Der größere Durchmesser dieser Oeffnung beträgt $1^1/_2$ mm, der kleinere $^1/_2$ mm.

Dies ist die Einmündung in den dritten Magen.

Der dritte Magen ist, obwohl der kleinste, doch als gesonderte Magenabteilung deutlich erkennbar, im Gegensatz zu den Verhältnissen beim erwachsenen Wal und bei dem Embryo von 55,9 cm Rückenlänge. Bei diesen beiden stellt er nur einen scharf gebogenen Kanal dar, der von der Wand des vierten Magens bereits vollständig umschlossen ist.

Es zeigt sich nämlich bei dem Embryo von 13,4 cm Länge vor dem Beginn des vierten Magens ein Keil zwischen diesem und dem zweiten Magen. Dieser Keil ist schon in der Dorsalansicht deutlich (cf. Taf. I, Fig. 4), noch deutlicher aber in der Ventralansicht (cf. Taf. I, Fig. 5) des Magens sichtbar. Er repräsentiert ein Kämmerchen von 4 mm Länge und 2 mm Breite, das innen mit zottenartigen Erhebungen bedeckt ist, die in derselben Weise den Beginn der Drüsenbildung zeigen, wie dies beim zweiten Magen beschrieben wurde. Das einschichtige Cylinderepithel war kontinuierlich abgelöst. Fig. 7 auf Taf. I zeigt den zweiten Magen dorsal geöffnet und gestattet so einen Blick in diesen dritten Magen, dessen proximale wie distale Mündung sichtbar werden. Erstere führt in den zweiten Magen, letztere in den vierten Magen, der darmähnlich und dreimal gebogen ist, 3 mm im Durchmesser beträgt und bis zur Pyloruseinschnürung 2,9 cm lang ist. Die Kommunikationsöffnung mit dem dritten Magen ist rundlich und mißt 3 mm im Durchmesser. Die Schleimhaut trägt zottenartige Erhebungen als Beginn der Drüsenbildung. Das einschichtige Cylinderepithel war auch hier in continuo abgehoben. Der Pylorus ist erst schwach entwickelt und mit verhältnismäßig weiter Oeffnung versehen.

V. Magen des Embryo von 11,4 cm Rückenlänge.

Der Magen dieses Embryo konnte in situ besichtigt werden. Nach Entfernung der sehr voluminösen Leber, die den

Magen vollständig bedeckt, zeigen sich zwei Abteilungen desselben, die sich bei genauer Untersuchung als zweite und vierte Magenabteilung erweisen. Die zweite, die unmittelbar am Hiatus des Zwerchfells ihren Ursprung nimmt, liegt linkerseits dicht neben der Medianlinie, während die vierte Abteilung in starker hufeisenförmiger Biegung vom unteren Ende des zweiten Magens nach vorn über die Medianlinie hinzieht.

Die Länge der schlauchförmigen zweiten Abteilung beträgt, wenn sie ganz aus dem Hiatus herausgezogen ist, 7 mm, und die ziemlich gleichmäßige Breite 3 mm, während die vierte Abteilung, die sich äußerlich nur durch ihr weiteres Lumen von dem Darm unterscheidet, 10 mm lang und 1 mm weit ist. Sie macht im ganzen drei Biegungen, wie beim erwachsenen Tiere, von denen die mittlere, bereits erwähnte, die bedeutendste ist und gerade in der Medianlinie liegt. Sie steigt über die Mitte der Länge des zweiten Magens hinaus, nämlich 4 mm empor. Außer ihr existiert noch eine proximale links gelegene, die sich an den zweiten Magen lehnt und zugleich die unbedeutendste ist, und eine dritte, rechts gelegene, die mit dem Pylorus endet und die kugelige duodenale Ampulle zum Teil umgreift.

Die zweite Abteilung ist im Gegensatz zur vierten längsgestellt und macht im Verein mit dem vierten Magen den Eindruck einer als Magen fungierenden Darmanschwellung, die sich durch eine Einschnürung in zwei Portionen, eine weitlumige proximale (kardiale der Autoren) und eine englumige distale (pyloriale der Autoren), gesondert hat.

Hebt man nun den Magen heraus, so kommt nicht allein ein auffallend großer Oesophagus zum Vorschein, sondern auch ein erheblich großer erster Magen. Dieser liegt dorsal vom zweiten Magen, der ihn in situ somit vollständig verdeckt. Der sehr weite Oesophagus geht ganz allmählich in den ersten Magen über, der hier von entschieden bedeutenderer Größe als der zweite Magen ist. Nimmt man seinen Anfang an der proximalen Grenze des ersten und zweiten Magens an, so beträgt seine Länge 7 mm, seine Breite 4 mm.


Fig. 4.

Der weitaus größte Teil dieses ersten Magens wird auch hier wieder von einem oesophagealen Bulbus gebildet, der sich in seitlicher Ansicht sehr deutlich von dem distalen Divertikel abhebt (cf. Fig. 4 im Text).

Der Oesophagus reicht nicht nur an den ersten, sondern auch an den zweiten Magen schon äußerlich unmittelbar heran

(cf. Taf. I, Fig. 9). Die oesophagealen Längsfalten laufen im Inneren des ersten Magens weit hinunter und bedecken den ganzen proximalen und größeren Teil der Innenwände dieser Höhlung, während im distalen Teile die Falten bereits zierliche mäandrische Windungen zeigen. Die Falten sind alle deutlich ausgebildet.

Der Oesophagus wie der erste Magen besitzen geschichtetes Epithel von ca. 40 μ Dicke mit minimaler Differenzierung in eine Schicht kleinerer, tieferer und dunklerer Zellen und eine obere, hellere Schicht. Die Zellen sind vielmehr alle ziemlich gleich groß, die oberen nicht abgeplattet, relativ klein und polyedrisch. Cutispapillen sind noch nicht ausgebildet.

Das einschichtige Cylinderepithel des zweiten Magens war meist in continuo abgehoben. Die Mucosa trägt schlanke bindegewebige Papillen, die ungefähr halb so groß sind, wie die beim Magen des 13,4 cm langen Embryo erwähnten. Zwischen ihnen ist das Epithel tief eingesenkt. Das eingesenkte Epithel ist von dem der freien Oberfläche des Magens zugekehrten nicht zu unterscheiden, und somit hier ein frühes Stadium der Drüsenbildung vorhanden. Bei einem so ursprünglichen Verhalten ist naturgemäß eine Differenzierung der Drüsenzellen nicht wahrzunehmen.

In der Dorsalansicht des Magens (cf. Taf. I, Fig. 8) wird der dritte Magen als gesonderte Abteilung von verhältnismäßig großen Dimensionen sichtbar. Denn da er 2 mm lang und 1 mm breit ist, besitzt er die Weite des vierten Magens, den er mit dem zweiten verbindet. Dabei hat die vierte Abteilung ihn schon von unten her umschlungen und sich direkt an den zweiten Magen gelegt, als Andeutung des späteren Zustandes.

In ihrem histologischen Verhalten gleichen der dritte und vierte Magen dem zweiten.

Zusammenfassung.

Der weite Oesophagus schwillt gleich nach seinem Austritt aus der Brusthöhle zu einem Bulbus an. Dieser steht zunächst durch einen nicht angeschwollenen und somit kanalartigen Oesophagus-Abschnitt mit dem eigentlichen Magen in weiter Kommunikation. Alsdann stülpt er ein dorsales Divertikel aus, indem die oesophagealen Längsfalten der Schleimhaut sich früh mäandrisch winden.

Der Bulbus ergiebt in Gemeinschaft mit dem Divertikel den *ersten Magen*, dessen Epithel beim erwachsenen Tiere wie das des Oesophagus verhornt.

Der eigentliche Magen, als eine Anschwellung des Darmes ist früh in zwei Abschnitte geteilt:

1) einen *proximalen* (kardialen), der vertikal gestellt und ventral von der ersten Abteilung gelegen ist; er stellt den *zweiten Magen* dar und besitzt beim erwachsenen Tiere Fundus- oder Labdrüsen, weshalb er *Labdrüsenmagen* genannt werden kann;

2) einen *distalen* (pylorialen), der im wesentlichen transversal verläuft und ursprünglich in ein kleines Kämmerchen und einen längeren, darmähnlichen Teil zerfällt. Somit sondert sich diese Portion in einen *dritten* und *vierten Magen*, die Pylorusdrüsen besitzen und daher in ihrer Gesamtheit als *Schleimdrüsenmagen* bezeichnet werden können.

Der *dritte Magen* ist anfangs ellipsoid gestaltet und als besondere Abteilung *äußerlich erkennbar*; er besitzt ursprünglich das Lumen der vierten Abteilung. Allmählich aber verengt sich sein Lumen und der Magen erscheint äußerlich als Keil zwischen der zweiten und vierten Abteilung, bis schließlich die Wand der ersteren ihn ganz aufnimmt als einen engen und äußerlich nicht mehr erkennbaren Kanal. Diese Entwickelung vollzieht sich bereits vollständig im *embryonalen* Leben.

Das Größenverhältnis des ersten zum zweiten Magen verschiebt sich allmählich in folgenden Stufen:

Zunächst praevaliert an Ausdehnung und an Ausbildung seiner Schleimhaut der erste Magen. Diese Erscheinung, vereint mit der relativen Größe, der Selbständigkeit und Form des *dritten Magens*, verleihen dem *Phocaena-Magen dieser frühen Stufe* (11,4 cm Länge) einen *Delphinus-Magen ähnlichen Habitus*.

Dann überflügelt allmählich der zweite Magen den ersten und übertrifft ihn schließlich bedeutend an totaler Größe und an Ausbildung der Schleimhaut. Da dieser Typus um die Zeit der Geburt und während der Zeit des Saugens am ausgeprägtesten ist, bringt ihn Rapp mit der *Milchernährung* in Zusammenhang und erinnert dabei an das ganz entsprechende Verhalten des Abomasus der Wiederkäuer gegenüber dem Pansen. Schließlich stellt sich beim erwachsenen Tier wieder ein Praevalieren des ersten Magens her.

II. Beluga leucas.

A. Historisches.

Ueber die Anzahl der Mägen von Beluga leucas herrscht unter den Autoren eine auffallende Uebereinstimmung.

Nach F. Cuvier (1836) nimmt Barklay vier Mägen an, deren kleinster der cylindrische vierte sei. Alle übrigen Autoren zählen fünf Magenabteilungen bei Beluga, deren kleinste die dritte ist; diese entspricht dem kanalartigen dritten Magen von Phocaena, und wird, wiewohl sie voluminöser als dieser ist, von Barklay nicht als Magen anerkannt. Wyman (1863) konstatiert am Magen einer 10 Fuß langen Beluga fünf Höhlungen, deren größte die erste, deren kleinste (3 Zoll lang) die dritte sei. Die zweite dicke und fleischige Abteilung und die fünfte darmförmige haben ungefähr dieselbe Länge.

Watson und Young (1879), welche die genaueste Beschreibung des Magens von Beluga gegeben haben, finden an einem 8 Fuß langen Weißwal gleichfalls fünf Mägen. Der Oesophagus mündet nur in die erste Abteilung, wie aber erst nach der Oeffnung des Magens zu konstatieren ist, indem dicht neben der Oesophagusmündung die engere Oeffnung des ersten in den zweiten Magen liegt. Die erste Abteilung zeigt horniges Epithel und Hirnwindungen ähnliche Falten; sie ist drüserlos und geräumiger, als die zweite Abteilung. Erster und zweiter Magen werden durch einen Kommunikationskanal verbunden, dessen Mucosa der der ersten Abteilung ähnlich ist. Die Mucosa des zweiten Magens ist weich und drüsig, sowie mit mächtigen, gewundenen Falten ausgestattet, die bis 1 Zoll Höhe aufsteigen. Der dritte Magen ist nur 3 Zoll lang und „äußerlich nicht sichtbar“; vielmehr grenzt der nierenförmige vierte Magen unmittelbar an den zweiten.

Der fünfte darmförmige Magen endet mit dem Pylorus, der an der scharfen äußerlichen Einschnürung und dem engen Durchmesser ($^1/_4$ Zoll) seines Orificium kenntlich ist. Die duodenale Ampulle empfängt den Ductus hepato-pancreaticus. Die an der Dorsalwand des ersten Magens gelegene Milz ist klein und einheitlich. Lappung oder Nebenmilzen fanden sich hier nicht. Zwei Abbildungen begleiten die von Watson und Young gegebene Beschreibung.

Auch Turner (1889) findet an seinem Foetus von $13^1/_2$ Zoll Länge fünf Magenabteilungen, und zwar die erste von typischer

Delphinidenform, mit gerunzelter Mucosa, und mit der zweiten nahe der Oesophagusmündung kommunizierend. Die zweite Abteilung zeigte faltige Mucosa, und die dritte war am rechten hinteren Ende der zweiten gelegen und von dem Volumen einer großen Erbse. Die fünfte Abteilung endet mit dem Pylorus und kommuniziert mit der duodenalen Ampulle.

B. Eigene Untersuchungen

I. am Magen eines Embryo von ca. 30 cm Rückenlänge;
II. am Magen eines Embryo von 25 cm Rückenlänge; dieser wurde auch in situ untersucht;
III. am Magen eines Embryo von gleicher Länge.

I. Magen des Embryo von ca. 30 cm Rückenlänge.

Der Oesophagus mündet auf dem proximalen Scheitel des ersten Magens und tritt in solcher Breite an den gesamten Magen heran, daß erst nach dem Oeffnen desselben festzustellen ist, daß er nur mit der ersten Abteilung direkt kommuniziert.

Der oesophageale Ursprung der ersten Abteilung zeigt sich an diesem Beluga-Magen noch unmittelbarer, als an den beschriebenen Phocaena-Mägen. Ganz allmählich erweitert sich der Oesophagus zu einem ansehnlichen Bulbus, der die Hälfte des Volumen des ersten Magens ausmacht, während die andere Hälfte von einem ventralen Diverticulum dieses Bulbus gebildet wird. Die Länge des ganzen ersten Magens beträgt, wenn der obere Rand der Oeffnung in den zweiten, wo auch die Windung der oesophagealen Längsfalten beginnt, als Anfang des ersten Magens angenommen wird, 18 mm, und sein größter dorsoventraler Durchmesser 12 mm, wovon die Hälfte auf den Bulbus entfällt. Dieser reicht von dem angenommenen Anfang des Magens 12 mm distalwärts und fällt hier steil gegen das Diverticulum ab. Die Höhe dieses Abfalls beträgt 5 mm. Es handelt sich hier also nicht nur um einen Sulcus und um eine Ausbuchtung des Bulbus wie bei Phocaena, sondern um Lagedifferenzen zwischen Bulbus und Diverticulum, die in diesem Stadium der Entwickelung beide Gebilde fast als besondere Mägen erscheinen lassen.

An der distalen Grenze von Bulbus und Diverticulum liegt an der Dorsalwand des letzteren die kleine Milz, deren transversaler Durchmesser 3 mm, deren dorsoventraler $1^1/_2$ mm beträgt.

Die Milz zeigt Lappung, und es waren vier Lappen deutlich zu unterscheiden (cf. Taf. I, Fig. 11).

Der Eindruck eines besonderen Organs, den der Bulbus hervorruft, wird noch erhöht durch die relative Enge der Kommunikation zwischen ihm und dem Divertikel, denn diese ist nur wenig weiter, als die Kommunikation zwischen dem ersten und zweiten Magen, die freilich durch die scharf (bis 3 mm) in den ersten Magen vorspringenden Falten, ähnlich wie bei Phocaena, verschlossen wird (cf. Taf. I, Fig. 12). Das Diverticulum wird nicht nur distalwärts ausgestülpt wie bei Phocaena, sondern auch proximalwärts, und mißt daher in seiner größten Längenausdehnung 17 mm, während seine größte Breite, wie auch die des Bulbus 8 mm beträgt. Es ist von dem Bulbus auch am Vorderende des Magens abgegrenzt, und zwar durch einen tiefen Sulcus, der hier so vertieft werden kann, daß man zwischen Bulbus und Divertikel 8 mm in die Tiefe zu gehen vermag (cf. Taf. I, Fig. 12).

Die Wände des ersten Magens sind 2 mm dick und übertreffen durch ihre Stärke bei weitem die Wände der folgenden Abteilungen. Das ganze Innere ist von wohl ausgebildeten mäandrisch gewundenen Falten erfüllt, die Fortsetzungen der Längsfalten des Oesophagus sind.

An der ventralen Außenseite des Magens resp. des Divertikels finden sich einige schwache Einkerbungen, ähnlich wie bei Phocaena. Bei den nachstehend beschriebenen Mägen waren diese viel stärker ausgebildet.

Erste und zweite Abteilung (bei der ersten speciell der Bulbus) kommunizieren durch einen Kanal von 6 mm Länge. Sein Umfang beträgt 11 mm, sein Lumen aber wird durch die — namentlich am Eingang in den ersten Magen befindlichen — Falten außerordentlich eingeengt, so daß nur eine dünne Sonde von ca. 1 mm Durchmesser hindurchzuführen ist. Dieser Kanal ist von oesophagealer Mucosa ausgekleidet, die am Eingang in den zweiten Magen plötzlich aufhört. Diese Abteilung ist schlauchförmig, 22 mm lang und 9 mm breit; ihre Mucosa ist sammetartig und noch ohne Falten bis auf eine schwache Längsfalte mit Verästelungen im linken ventralen Teil dieses Magens. Die Wände dieser Abteilung sind viel dünner, als die der ersten, indem sie noch nicht 1 mm Dicke erreichen. 6 mm vom distalen Fundus befindet sich das kreisrunde Orificium des dritten Magens, das 1 mm im Durchmesser beträgt.

Der dritte Magen ist ein kleines, an der Dorsalseite des gesamten Magens äußerlich sichtbares Kämmerchen (cf. Taf. I, Fig. 11 und 12) von 5 mm Länge und 4 mm größter Breite; an der rechten Seite wird es zum Teil vom vierten Magen bedeckt. Seine Wände sind so stark wie die der zweiten Abteilung.

Der vierte Magen reicht nach hinten fast so weit hinunter wie der zweite, steigt dann aber aufwärts und hat eine Länge von 9 mm, während seine Breite 3 mm beträgt.

Der fünfte Magen ist darmförmig, biegt vom Ende der vierten Abteilung nach rechts um, zieht, dem vierten Magen angelagert, im Bogen nach hinten und, am Hinterrand des gesamten Magens angelangt, nach links, um in der Gegend des Fundus des zweiten Magens mit dem Pylorus zu enden. Er ist 23 mm lang und zeigt eine gleichmäßige Dicke von 3 mm.

Die Wände des vierten und fünften Magens sind etwas dicker, als die des zweiten und dritten, indem die des vierten 1 mm, die des fünften sogar noch etwas stärker sind.

Die Mucosa der dritten bis fünften Abteilung zeigt Zotten, die am stärksten im fünften Magen ausgebildet sind.

Alle Mägen sind äußerlich wie innerlich deutlich gegeneinander abgegrenzt, doch zeigen die letzten Mägen verhältnismäßig schwache Einschnürungen, während sie durch ziemlich weite Orificien kommunizieren. — Im Gegensatz dazu ist der Pylorus sehr scharf eingeschnürt.

Die duodenale Ampulle biegt vom Pylorus nach rechts um; sie ist ziemlich lang gestreckt, während ihre größte Breite (4 mm) in ihrer Mitte, nicht wie bei Phocaena am Anfang liegt. Auch ihre Mucosa trägt Zotten, die erst am Uebergang der Erweiterung in den cylindrischen Teil des Duodenum feinen Längsfältchen Platz machen.

II. Magen des Embryo von 25 cm Rückenlänge.

Wie die Betrachtung des Situs viscerum zeigt, ist der Oesophagus genau in der Medianlinie gelegen; von den Mägen gilt dies annähernd nur vom vierten und fünften. Die zweite Magenabteilung, die stets den größten Teil der Ventralansicht ausmacht, liegt links unmittelbar neben der Medianlinie. Am linken und am hinteren Rande der zweiten Abteilung wird der erste Magen sichtbar. Dieser ragt hier also im Gegensatz zu

dem vorhin beschriebenen Magen am hinteren Rande des Magens über die zweite Abteilung hinaus. Er zeigt an seiner Ventralfläche viel stärkere Einkerbungen, als der des älteren Embryo. Diese sind sogar auch am zweiten Magen wahrzunehmen.

Der proximale Teil der Dorsalfläche des ersten Magens ist dem Diaphragma fest angewachsen.

Das Verhalten des Oesophagus und des ersten Magens ist ein ganz ähnliches wie bei dem vorigen Exemplar. Auch hier findet sich eine strenge Teilung des ersten Magens in einen dorsalen Bulbus und ein ventrales Diverticulum. Die Senkung des ersteren gegen das letztere beträgt hier sogar 6 mm. Am Hinterrande des Bulbus und zugleich an der Dorsalfläche des Diverticulum liegt die kleine, hier dreilappige Milz.

Die Längsfalten des Oesophagus sind sehr kräftig und erheben sich im hinteren Teile bis zu einer Höhe von 2 mm. Am Vorderrande der Kommunikation des ersten und zweiten Magens nehmen sie ziemlich jäh die Form von Windungen an und behalten diese bis zum hinteren Apex des ersten Magens.

Die Kommunikation zwischen dem Bulbus und dem Diverticulum ist hier ebenso eng wie die zwischen erstem und zweitem Magen, indem durch beide eine 1 mm im Durchmesser betragende Sonde geführt werden kann. Durch den Kranz der starken, in das Lumen des ersten Magens vorspringenden Falten überwiegt hier sogar die Kommunikation mit dem zweiten Magen an Ansehnlichkeit und stellt sich als eine in den ersten Magen vorspringende Rosette von 5 mm Durchmesser dar, füllt also fast die ganze innere Fläche des Bulbus aus. Diese Oeffnung ist der Beginn eines Kanales von 5 mm Länge, der gewundene Falten und oesophageale Mucosa zeigt. Sein Umfang beträgt 7 mm.

Die Länge des Bulbus beträgt — vom Vorderrande der Kommunikation mit dem zweiten Magen gemessen — 9 mm, seine größte Breite 5 mm, und sein größter dorsoventraler Durchmesser 7 mm! Das Diverticulum ist nach hinten wie auch nach vorn ausgestülpt und hier durch einen tiefen Sulcus, der künstlich leicht noch mehr vertieft werden kann, von dem Kommunikationskanal zwischen erstem und zweitem Magen geschieden. Die Konturen dieses Kanals sind nämlich an der Außenfläche deutlich zu verfolgen (cf. Taf. I, Fig. 13). — Die Länge des Divertikels beträgt 15 mm und seine größte Breite 6 mm. Die Dicke der Wände des ersten Magens ist eine verhältnismäßig bedeutende ($1^1/_2$ mm).

Der größte dorsoventrale Durchmesser des gesamten Magens mißt 11 mm, und während die Länge des gesamten ersten Magens 17 mm beträgt, zeigt die zweite Abteilung sogar eine solche von 18 mm. Trotzdem somit der zweite Magen 1 mm länger ist, als der erste, wird er von diesem doch am unteren Rande überragt, da die Kommunikation des zweiten mit dem ersten, von deren oberem Rande die Länge des ersten Magens gemessen wurde, tiefer liegt, als der vordere Gipfel des zweiten Magens. Die größte Breite dieser schlauchförmigen zweiten Abteilung beträgt 8 mm. Die Mucosa zeigt keine Erbebungen außer einigen sehr schwachen Falten an der ventralen linken Wand. 4 mm vom Fundus dieser Abteilung befindet sich das runde Orificium des dritten Magens, dessen Durchmesser 1 mm beträgt.

Der dritte Magen ist ein kleines selbständiges Kämmerchen, das 5 mm lang und $2^1/_2$ mm breit, im wesentlichen an der Dorsalseite gelegen ist (cf. Taf. I, Fig. 14), aber auch auf der Ventralseite sich andeutet (cf. Taf. I, Fig. 13).

Der vierte Magen ist 10 mm lang und 3—4 mm breit. Diese Abteilung erhebt sich vom Fundus des zweiten Magens, an den sie sich eng anschließt, fast bis zur halben Höhe dieser Abteilung. Sie umgreift dabei den dritten Magen und bildet dessen rechte Begrenzung.

Der fünfte Magen ist 17 mm lang und 3 mm breit und somit ausgesprochen darmförmig; er wendet sich vom vorderen Ende der vierten Abteilung im Bogen nach rechts und hinten, und bildet hier in der Höhe des Hinterrandes des zweiten und vierten Magens den Pylorus.

Die Mucosa des dritten bis fünften Magens ist mit Zotten ausgestattet, die besonders stark im fünften entwickelt sind, dessen Wände auch stärker sind, als die drei vorhergehenden Abteilungen.

Der Pylorus ist eingeschnürt und zeigt ein enges Orificium. Die duodenale Ampulle ist nicht besonders stark ausgebildet (cf. Taf. I, Fig. 14) und zeigt gleichfalls zottenartige Erhebungen der Mucosa.

III. Magen des zweiten Embryo von 25 cm Rückenlänge.

Dieser Magen zeigt alle wesentlichen Eigenschaften der beiden vorigen.

Auch hier findet sich die scharfe Scheidung des ersten

Magens in Bulbus und Diverticulum, deren Kommunikationsöffnung ebenso eng ist, wie die zwischen erstem und zweitem Magen.

Der Kommunikationskanal zwischen erster und zweiter Abteilung zeigt an der Außenfläche seinen Verlauf deutlich an (cf. Taf. I, Fig. 15 und 16). Sein in den ersten Magen weit vorspringendes Orificium füllt mit seinem Faltenkranz ungefähr die Hälfte der Innenfläche des Bulbus aus.

Die Länge des Bulbus beträgt 11 mm, seine größte Breite 7 mm, während die Senkung gegen das ventral von ihm gelegene Diverticulum 5 mm ausmacht. An dieser Stelle liegt an der Dorsalwand des Divertikels die kleine vierlappige Milz. Das Diverticulum ist etwas größer als der Bulbus, indem seine Länge 15 mm, seine größte Breite 8 mm beträgt. Die Gesamtlänge des ersten Magens beträgt 17 mm, sein größter dorsoventraler Durchmesser 10 mm und die Dicke der Magenwand 2 mm. Der Kommunikationskanal zwischen erstem und zweitem Magen ist 5 mm lang und hat 7 mm im Umfang, kann aber infolge seiner stark in das Lumen vorspringenden gewundenen Falten nur von einer Sonde von 1 mm Durchmesser sondiert werden.

Die zweite Abteilung ist schlauchförmig und 17 mm lang, während ihre größte Breite 8 mm beträgt. Ein feines schwach ausgebildetes Faltenwerk ist an der Ventralwand wahrzunehmen, während an der Dorsalwand nur drei sehr schwache Längsfalten angedeutet sind. Die Dicke der Magenwand erreicht noch nicht 1 mm, bleibt also weit hinter der des ersten Magens zurück. $3\frac{1}{2}$ mm vom Fundus entfernt liegt an der rechten Seite das kreisrunde und umwallte Orificium des dritten Magens, dessen Durchmesser $1\frac{1}{2}$ mm beträgt, und dessen erhobener Rand in den zweiten Magen vorspringt und feine Fältchen in dessen Mucosa ausstrahlen läßt.

Der dritte Magen ist hier größer, als bei den vorigen Exemplaren, nämlich 6 mm lang und 3 mm breit. Er zeigt seine ganze Ausdehnung an der Ventralfläche des Magens, ist aber auch an der Dorsalseite sichtbar (cf. Taf. I, Fig. 15 und 16). Seine Mucosa ist mit dichten Zotten besetzt.

Die folgenden Teile entsprechen fast genau den bei den vorigen Embryonen beschriebenen Verhältnissen.

III. Monodon monoceros.

A. Historisches.

Nur wenige Autoren haben den Magen dieses merkwürdigen Wales untersucht; die neueren stimmen darin überein, daß er wie Beluga *fünf* Magenabteilungen besitzt.

Wenn nach Turner Flemming (1811) — in Memoirs Wernerian Society — sieben Abteilungen zählt, so ist eine solche Zählung nur im Sinne Hunter's möglich, indem er außer den fünf echten Mägen noch den Verbindungskanal zwischen dem ersten und zweiten Magen, sowie die duodenale Erweiterung mitzählt. Meckel (1829), der bei allen Walen nur *drei Mägen* annimmt, nennt den ersten Magen des Narwal rundlich und viel kleiner, als den zweiten; auch sei er innen nicht mit Falten, sondern starken, in Längsreihen stehenden zahnartigen Hervorragungen besetzt.

Woodhead und Gray (1888—89) zählen an einem 14 Fuß langen Narwal fünf Magenabteilungen. Das Epithel des Oesophagus finden sie ähnlich dem der menschlichen Haut; doch besitzen *alle* Zellen des geschichteten Plattenepithels Kerne. Die erste Abteilung zeigt genaue histologische Uebereinstimmung mit dem Oesophagus und ist drüsenlos. Sie zerfällt in eine runde Hauptabteilung und einen lateralen cylindrischen Appendix. 3 Zoll von der Oesophagusmündung liegt das Orificium des zweiten Magens. Dieser ist cylindrisch und besitzt einfach-tubulöse Drüsen mit Belegzellen, die aber nicht einzeln die Drüsenschläuche begleiten, sondern eine besondere parietale Schicht bilden. Die dritte Abteilung ist die kleinste, nur 3 Zoll lang, und *äußerlich verborgen*; sie ist aber dennoch ein besonderer Magen, da sie besondere Orificien besitzt und eine ihr eigentümliche Struktur der Wände. Die meist einfach-tubulösen Drüsen haben nur *eine* Zellenschicht, die der centralen Hauptzellenschicht der Drüsen des zweiten Magens entspricht. Auch die verzweigt-tubulösen Drüsen des vierten Magens haben nur diese eine Art von Zellen. Die Mucosa der fünften Abteilung, die übrigens nur $^1/_2$ Zoll länger ist, als die zweite, ist der der vierten ähnlich. Dieser letzte Magen kommuniziert durch den Pylorus mit dem Darm.

In ihrem *Nachtrag* (1890) bemerken die Autoren noch, daß im ersten Magen anstatt Falten Papillen vorhanden sind

(cf. MECKEL), die sich verzweigen. Die parietale Belegzellenschicht der einfach-tubulösen Drüsen des zweiten Magens steht im Gegensatz zu dem Verhalten dieser Zellen bei allen übrigen Cetaceen, wo die Belegzellen einzeln den Drüsenschläuchen angelagert sind.

Auch TURNER (1889) findet an einem 5 Fuß langen Foetus fünf Magenabteilungen. — Die erste ist mit geschichtetem Plattenepithel ausgestattet. Zwischen der Oeffnung in die zweite Abteilung und der Oesophagusmündung befindet sich nur eine Mucosafalte. Beide Oeffnungen haben fast gleichen Durchmesser. Die zweite Abteilung ist ebenso lang und nur wenig schmaler, als die erste; sie zeigt vorspringende, meist longitudinale Falten, die aber nicht so stark ausgebildet sind, wie bei Phocaena. Besonders differenzierte Peptonzellen (Belegzellen) sind in den verzweigt-tubulösen Drüsen dieses foetalen zweiten Magens noch nicht vorhanden.

Der dritte Magen hat Walnußgröße und ist nur bei geöffnetem Magen deutlich zu erkennen. Die fünfte Abteilung ist nur ca. 1 Zoll länger, als die vierte, die $3^1/_2$ Zoll lang ist, hat also nicht darmförmigen Habitus.

Die dritte bis fünfte Abteilung besitzen glatte Mucosa, desgleichen die duodenale Erweiterung. Am Uebergang derselben in den cylindrischen Darm befindet sich das Orificium des Ductus hepato-pancreaticus. Eine Lappung der Milz wird nicht erwähnt. — Die beschriebenen Verhältnisse veranschaulicht TURNER durch eine gute Abbildung des gesamten Magens.

B. Eigene Untersuchungen

am Magen eines ♀ Embryo von 22 cm direkter Körperlänge, der auch in situ besichtigt wurde.

Der Magen von Monodon monoceros ist ganz ähnlich dem der Beluga gestaltet.

Im Situs kommt vor allem der zweite Magen zur Ansicht, der, links von der Medianlinie gelegen, schräg nach außen läuft und an seiner linken Seite einen schmalen Rand des ersten Magens sehen läßt. Der vierte und fünfte Magen, die sich rechts an den zweiten anschließen, sind in der Medianlinie gelegen.

Der erste Magen ist nichts weniger als rundlich (cf. MECKEL), er läuft vielmehr sehr spitz nach hinten zu und zeigt dieselbe Zweiteilung wie der erste Magen von Beluga. WOODHEAD und GRAY fanden dieselbe noch am erwachsenen Tier.

Auch bei diesem ersten Magen von Monodon kommunizierten Bulbus und Diverticulum durch ein Orificium, das nicht weiter ist, als das zwischen erstem und zweitem Magen. Durch jedes von beiden war eine Sonde von 1 mm Durchmesser einzuführen.

Die Veränderung der kräftigen Längsfalten des Oesophagus erfolgt schon vor dem vorderen Rande des zum zweiten Magen abgehenden Kommunikationskanales. Die Umänderung, die die Falten im ersten Magen erfahren, ist eine Auflösung in Papillen, die, wie schon von MECKEL bemerkt, zahnartig in das Lumen des Magens vorspringen. An manchen Stellen sind diese Papillen aber durch gewundene Falten verbunden und zeigen somit deutlich, daß sie aus einem eigentümlichen Zerfall solcher Falten, wie sie sich noch bei Beluga fanden, hervorgegangen sind. Diese Papillen haben bereits eine für den kleinen Magen enorme Entwickelung, indem sie eine Höhe von 2 mm und mehr erreichen. Vielleicht liegt hierin eine eigenartige Kompensation für die bei Monodon so stark reduzierte Bezahnung. Die stärksten Papillen stehen am Eingang des in den zweiten Magen führenden Kanales und bilden hier eine mächtige, vorspringende Rosette von 6 mm Durchmesser, die den größten Teil der Innenfläche des Bulbus einnimmt. Dieser hat — vom Vorderrand der Kommunikation mit dem zweiten Magen gemessen — eine Länge von 8 mm und eine größte Breite von 5 mm. Die Senkung des Bulbus gegen das ventral von ihm gelegene Divertikel beträgt 3 mm. Hier liegt die kleine dreilappige Milz. Das Diverticulum hat eine ganz entsprechende Gestalt und Lage, wie es bei Beluga beschrieben wurde; es ist 11 mm lang und 5 mm breit, während die Gesamtlänge des ersten Magens 13 mm beträgt und sein größter dorsoventraler Durchmesser 9 mm.

Der Kanal, der den ersten mit dem zweiten Magen verbindet, ist 5 mm lang und mißt 6 mm im Umfang. Die oesophageale Mucosa, die ihn auskleidet, hört plötzlich an seinem distalen Ende auf; sein Verlauf ist infolge von Einschnürungen sehr deutlich außen zu verfolgen (cf. Taf. I, Fig. 18). Dasselbe Verhalten wurde auch bei Beluga und Phocaena gefunden (cf. oben). Die Papillen seiner Mucosa sind durch Längsfalten verbunden.

Der zweite Magen ist schlauchförmig bei einer sehr gleichmäßigen Breite von 5 mm und länger, als der erste. Er ist S-förmig gestaltet, indem sein Scheitel nach links und distal, sein Fundus nach rechts und proximal und zugleich dorsalwärts (cf. Taf. I, Fig. 18) gebogen ist. Die Länge des Magens beträgt in dieser Richtung 27 mm. Seine Mucosa besitzt keine Falten, ist aber mit dichten Zotten besetzt. Die Dicke der Magenwand erreicht nicht ganz 1 mm.

2 mm vom Fundus des zweiten Magens liegt an dessen dorsaler Wand die Mündung in den dritten Magen, die kraterartig in den zweiten vorspringt, kreisrund ist und 1 mm im Durchmesser beträgt.

Der dritte Magen ist ein relativ großes, selbständiges Kämmerchen, das an der Dorsalseite gelegen ist (cf. Taf. I, Fig. 18). Es verläuft in der Querachse des Körpers, indem es, 5 mm lang und 3 mm in der größten Breite betragend, senkrecht zur zweiten und zur vierten Abteilung steht. Es wird daher von beiden umfaßt und grenzt nach dem Vorderrande des Magens zu sogar noch an den Anfang des fünften Magens. Seine Mündung in den vierten Magen liegt neben dem Fundus des zweiten.

Der vierte Magen grenzt somit unmittelbar an den zweiten. Er ist 8 mm lang und $2^1/_2$ mm breit und steigt an der rechten Seite des zweiten Magens aufwärts. Eine scharfe Abgrenzung trennt ihn vom fünften Magen, der mit einer dorsal gelegenen Erweiterung beginnt; diese stößt zugleich an den zweiten und dritten Magen. Dann wendet er sich im Bogen nach rechts und distal, um in der Höhe des Fundus des zweiten Magens mit dem scharf eingeschnittenen Pylorus zu endigen. Die fünfte Abteilung ist 11 mm lang, am Beginn 3 mm, dann 2 mm weit.

Die Mucosa des dritten bis fünften Magens ist mit Zotten versehen, und die Wände noch nicht 1 mm dick. Die auf den Pylorus folgende duodenale Anschwellung geht ganz allmählich in den engen Darm über.

Zusammenfassung der Beschreibungen der Mägen von Beluga und Monodon.

Beluga und Monodon, deren Mägen sehr ähnlich gebaut sind, haben in den im Vorstehenden untersuchten Entwickelungsstadien das Uebereinstimmende, daß eine außerordentlich strenge

Teilung des ersten Magens besteht, indem sich ein dorsaler Bulbus als eine Anschwellung des Oesophagus von einem ventralen Divertikel abhebt.

Der zweite Magen ist in diesen frühen Stadien bereits ansehnlich entwickelt, wenn er auch, namentlich in der Ausbildung der Mucosa, hinter dem ersten weit zurückbleibt. Bei Monodon ist er sogar entschieden länger, als der erste. Bei beiden Walen sind fünf Mägen deutlich zu unterscheiden, deren Größenverhältnis und Gestalt im ganzen überall das gleiche ist.

Der vierte und fünfte Magen haben hier noch ausgesprochen darmähnliche Form. Der dritte Magen ist zwar der kleinste, aber dennoch ein selbständiges Kämmerchen, das im Gegensatz zum erwachsenen Tier schon von außen an der Dorsalseite, zum Teil auch an der Ventralseite sichtbar ist.

Bei diesen weitgehenden Uebereinstimmungen zwischen den Mägen von Beluga und Monodon sind doch zwei bemerkenswerte Verschiedenheiten hervorzuheben.

Während bei Beluga der erste Magen in Uebereinstimmung mit allen übrigen Cetaceen (ausgenommen Ziphioiden, denen der erste oesophageale Magen überhaupt fehlt) mit mäandrisch gewundenen Schleimhautfalten versehen ist, zeigt der erste Magen von Monodon einen Zerfall dieser Falten in zahnartige Papillen, die schon beim Embryo außerordentlich stark entwickelt sind.

Die zweite Verschiedenheit betrifft die Stellung des dritten Magens. Während dessen Längenausdehnung bei Beluga mit der des Körpers zusammenfällt, steht sie bei Monodon senkrecht zur Längsachse des Körpers und somit auch senkrecht zu der des zweiten und vierten Magens.

IV. Globicephalus melas.

A. Historisches.

Der Magen von Globicephalus ist bisher eingehend untersucht worden von TURNER, MURIE und CATTANEO. TURNER (1868) findet an einem jungen Exemplar von Globicephalus Svineval (Pilot Whale) fünf Magenabteilungen. Die erste Abteilung zeigte oesophageale Mucosa mit geschichtetem Epithel. Die Kommuni-

kationsöffnung der zweiten Abteilung mit dem Oesophagus war „bei diesem jungen Exemplar direkter und doppelt so weit, als jene der ersten Abteilung mit dem Oesophagus“. An einem älteren Exemplar zeigte sich dies Verhalten nicht mehr. Aus der von TURNER gegebenen Abbildung vom Magen des jugendlichen Globicephalus geht hervor, daß hier der erste und zweite Magen gleich lang sind. Der dritte Magen ist der kleinste und hoch gelegen, während der vierte den unteren Rand des Magens erreicht.

Die dritte Kammer ist nach TURNER ein unzweifelhaft selbständiger Magen, weshalb er 1885 an der Hand derselben Abbildung die Magennatur dieser Abteilung gegen MURIE verteidigt, der in ihr nur einen Verbindungskanal sieht. — Der fünfte Magen ist darmförmig und endet mit dem Pylorus. Es folgt die duodenale Ampulle, die hier indes den Ductus hepato-pancreaticus nicht aufnimmt, indem die VATER'sche Papille erst im cylindrischen Teil des Duodenum liegt, der Ductus indes in der Wand der Ampulle verläuft. Die Milz ist gelappt. Während bei diesem jungen Pilot-Wal die Kapacität des zweiten Magens etwas größer war, als die des ersten, fand TURNER (1869) dieselbe bei einem Embryo von 13 Zoll Länge ungefähr gleich der des ersten Magens, und bei einem erwachsenen Tiere „übertrifft der Pansen in seiner Kapacität bei weitem die globuläre (d. h. zweite) Abteilung“.

Es findet sich also hier ein ähnliches Schwanken der Größenverhältnisse zwischen dem ersten und zweiten Magen im Zusammenhang mit dem Milchsaugen, wie es bei Phocaena beschrieben wurde. — Der sehr weite Oesophagus, durch den man beim Erwachsenen die Hand in den ersten Magen einführen kann (cf. RAPP's entsprechenden Versuch bei Phocaena), kommuniziert direkt mit dem ersten und zweiten Magen. Die dritte, vierte und fünfte Magenabteilung, sowie die duodenale Ampulle zeigten entsprechendes Verhalten, wie es 1868 beschrieben wurde.

MURIE (1873) findet an einem ca. 11 Fuß langen Globicephalus melas (Caaing-Whale) vier Magenabteilungen, indem die dritte der anderen Autoren nach ihm nur „ein Wandgang“ zwischen der zweiten und dritten Abteilung ist. Der Oesophagus führt nur in die erste Kammer, die, mit runzeligen Falten ausgestattet, bei weitem die größte ist. Unterhalb des Orificium des zweiten Magens findet sich ein Septum, das schräg durch den ersten Magen zieht. Das weiße Epithel des Oesophagus und der

ersten Kammer endet am Anfang des zweiten Magens, der kugelig und viel kleiner als der erste ist, und teils links, teils vor der ersten Kammer liegt. Seine Mucosa zeigt große Falten, ähnlich denen des Porpoise. Dieser zweite Magen kommuniziert rechts unten durch ein „communicating passage" mit der subglobulären dritten Abteilung, die bedeutend kleiner als die zweite ist und dünne Wände mit faltenloser Mucosa besitzt. Die vierte, lange und darmförmige Abteilung endet mit dem Pylorus. Der Ductus hepato-pancreaticus tritt, im Gegensatz zu dem von TURNER gemachten Befund, in die duodenale Ampulle. Das Pankreas reicht vom rechten Rand des ersten Magens bis zum Duodenum; die Milz ist gleichfalls an der rechten Seite des ersten Magens gelegen und dreilappig.

Zwei genaue Abbildungen veranschaulichen die Beschreibung MURIE's.

CATTANEO (1894) findet an einem 4 m langen Globicephalus Svineval fünf Magenabteilungen. Die erste derselben, die von ihm Ingluvies genannt wird, hat dieselbe Struktur wie der Oesophagus, indem sie mit verhorntem, mehrschichtigem Epithel ausgekleidet ist, während die Längsfalten des Oesophagus sich hier in Windungen ausbreiten. Wie der Oesophagus ist auch sie drüsenlos. Eine rings angeheftete, schräge Mucosafalte, die CATTANEO Diaphragma nennt, teilt diesen Magen in zwei Sektionen. Sie ist von einem weiten Riß durchbohrt, dessen Rand gezackt ist. Dieses Diaphragma macht CATTANEO zum Ausgangspunkt seiner im siebenten Kapitel dieser Erörterung zu besprechenden Regurgitations-Hypothese. — Der zweite Magen ist viel kleiner, als der erste, mit dem er kommuniziert. Seine Mucosafalten sind mit tubulösen Drüsen versehen, die zum Teil einfach, zum Teil verzweigt sind, und Pepsindrüsen (d. h. Labdrüsen) darstellen. Der dritte, kleinste Magen ist von außen nicht sichtbar und der vierte nur teilweise; der fünfte ist darmförmig. Diese drei letzten Mägen zeigen tubulöse Drüsen, die Schleimdrüsen darstellen. An die runde Ampulla duodenalis tritt der Ductus hepato-pancreaticus heran, wie die von CATTANEO gegebene Abbildung zeigt; ob derselbe hier wirklich einmündet, bleibt fraglich.

B. Eigene Untersuchungen

am Magen eines ♂ Embryo von 45,6 cm Rückenlänge, der auch *in situ* untersucht und abgebildet wurde.

Der Magen zeigte in situ das für die Delphiniden typische Bild (cf. Taf. I, Fig. 19): Der ganze Magen ist ventral von der Leber bedeckt, nach deren Wegnahme im linken Hypochondrium, unmittelbar neben der Medianlinie der zweite Magen sichtbar wird; er stößt mit seinem proximalen Ende direkt an die Kuppe des Zwerchfells, so daß vom Oesophagus nichts zu sehen ist. An dem linken Rande der zweiten Abteilung zeigt sich, besonders distal, der dorsal von ihm gelegene erste Magen; an den zweiten Magen schließt sich rechts der fünfte Magen, der im Bogen distalwärts und nach rechts zieht, um nach der Pyloruseinschnürung in die duodenale Erweiterung überzugehen. In dem Winkel zwischen zweitem und fünftem Magen liegt, dem Fundus des ersteren angeschlossen, der vierte Magen, während der dritte in der Ventralansicht nicht zu sehen ist. In dem Winkel, den der fünfte Magen mit der duodenalen Ampulle bildet, wird das Pankreas sichtbar.

Der Magen von Globicephalus zeigt große Aehnlichkeit mit dem von Beluga, wenn auch nicht so große wie der des Monodon.

In ähnlicher Weise wie bei Beluga und Monodon findet sich auch hier eine scharfe Zweiteilung des ersten Magens in einen dorsalen Bulbus und ein ventrales und mehr links gelegenes Diverticulum. Der erste Magen ist dorsal an das Diaphragma angewachsen, und zwar mit der ganzen Fläche des Bulbus, dem proximalen Teil der Dorsalfläche des Divertikels und auch dem proximalen Teil der Dorsalfläche des zweiten Magens (cf. Taf. I, Fig. 21). — Während die größte Länge des Divertikels 20 mm, seine größte Breite 12 mm beträgt, ist der Bulbus 7 mm breit und — vom oberen Rande der Oeffnung in den zweiten Magen gemessen — 13 mm lang, so daß die Gesamtlänge des ersten Magens 25 cm beträgt.

Indes muß hier der Oberrand der Kommunikation anders bestimmt werden, als bei Beluga, indem die vorspringenden, um die Oeffnung aufgestellten Falten nicht kraus sind und keine so scharf markierte Rosette bilden. Sie sind zwar auch rings um die Oeffnung aufgestellt und weichen durch ihre bedeutende Höhe (über 2 mm) derart von den viel schwächeren Längsfalten des Oesophagus ab, daß sie im Verein mit der starken Volumenzunahme des Oesophagus den Beginn des Bulbus und somit des gesamten ersten Magens anzeigen. Dieser Stelle entspricht auch der proximale Rand des zweiten Magens, so daß der Oesophagus, der äußerlich an den ersten und zweiten Magen herantritt, von

innen beurteilt, nur in den ersten Magen mündet. Demnach geht der zweite Magen vom Bulbus und nicht vom Oesophagus aus. Alle Falten des Bulbus sind Längsfalten und fast alle um das Orificium des zweiten Magens aufgestellt, so daß dieses als das hauptsächlichste Gebilde des Bulbus erscheint. Indem der Bulbus viel mehr dorsal gelegen ist, als das Divertikel, fällt er an seinem distalen Fundus steil gegen dieses ab. Die Lagedifferenz beträgt 5 mm. An dieser Stelle liegt die Milz, die platt gedrückt dem Fundus des Bulbus angelagert ist. Ihr größter Dickendurchmesser, der in der Längsachse des Tieres liegt, beträgt 2 mm, ihre größte Länge (in der Transversalachse des Tieres) 5 mm, und ihre größte Breite (im Dorsoventraldurchmesser) 3 mm. Die distale Fläche ist konvex und zeigt vier Lappen, die dorsal zusammenhängen. Der rechte Lappen ist der größte und läßt an seinem ventralen Rande feine Einkerbungen bemerken, vielleicht als Andeutung noch weiteren Zerfalles der Milz.

Das Pankreas grenzt an den dorsalen Rand der Milz, ist am Bulbus des ersten Magens, sowie an der Dorsalseite des zweiten befestigt und zieht dann zur duodenalen Ampulle hinüber.

Die Oeffnung des ersten Magens in den zweiten ist sehr weit, nämlich 3 mm im Durchmesser, während die Oeffnung des Bulbus in das Diverticulum nur $1^1/_2$ mm im Durchmesser beträgt. Die Mucosa des Divertikels ist mit zierlichen, mäandrisch gewundenen Falten bedeckt, die, besonders an der Ventralseite, gut ausgebildet sind und hier meist quer zur Längsachse des ersten Magens verlaufen. In dieser Verteilung der Falten im Bulbus, wo sich oesophageale Längsfalten finden, und im Divertikel, das nur gewundene Falten als Fortsetzungen der Längsfalten aufweist, nimmt dieser Globicephalus-Magen eine Mittelstellung zwischen den embryonalen Mägen von Phocaena und Beluga ein, indem bei ersterer die Längsfalten sehr weit distalwärts reichen, während sie bei Beluga schon nicht mehr im Bulbus zu finden sind. Auch in der Dicke der Wände unterscheiden sich Bulbus und Diverticulum des ersten Magens von Globicephalus, indem letzteres doppelt so starke Wände (2 mm) besitzt, als ersterer (1 mm).

Eine Bildung, die dem von Cattaneo beschriebenen und abgebildeten Diaphragma zu vergleichen wäre, zeigte dieser Magen nicht. Die Scheidewand zwischen Bulbus und Diverticulum kann als solches wohl kaum in Frage kommen, da sie bis zum Orificium des zweiten Magens reicht, was das Diaphragma Cattaneo's

nicht thut. Auch ist diese Scheidewand viel zu dick und mächtig, auch zu weit proximalwärts gelegen, um als Homologon jenes membranartigen Gebildes gelten zu können. Schließlich kann diese Scheidewand nicht als rings angeheftet bezeichnet werden, indem die Kommunikation zwischen Bulbus und Divertikel unmittelbar an der Dorsalwand des ersten Magens liegt. Diese Verhältnisse, die bei Beluga in ganz entsprechender Weise gefunden wurden, werden durch die dort gegebene Abbildung des geöffneten Bulbus veranschaulicht (cf. Taf. I, Fig. 12). Trotzdem wären ja bei einem eventuellen Persistieren dieser embryonalen Scheidewand derartige Veränderungen des ursprünglichen Gebildes denkbar, daß in dem eigentümlichen Befunde Cattaneo's und dem ähnlichen Murie's ein Residuum der Scheidewand zwischen Bulbus und Divertikel zu erblicken wäre. Ueber die physiologische Bedeutung dieses Gebildes wird im siebenten Kapitel gehandelt werden.

Die Oeffnung des Bulbus in den zweiten Magen führt zunächst in einen hier sehr kurzen (2 mm langen) Kanal, an dessen Ventralseite sich eine Ringfalte befindet, die außer den Längsfalten, die an der Einmündung dieses Kanales in den ersten Magen aufgestellt sind, den Kanal verschließen hilft; an der Dorsalwand des Kanales finden sich kurze Längsfalten. Dem Durchmesser dieser Kommunikation entsprechend beträgt ihr Umfang 2 cm. Am distalen Ende des Kanales hört die oesophageale Mucosa plötzlich auf. Das gesamte oesophageale Epithel war leicht abzulösen.

Da der zweite Magen oberhalb der genannten Mündung an der Ventralfläche noch einen kleinen Recessus besitzt, so ist er im ganzen 16 mm lang, während seine Breite 7 mm beträgt. Die Mucosa dieser Abteilung ist in acht kräftigen, 1—1$^1/_2$ mm hohen Querfalten erhoben, die untereinander anastomosieren und ähnliche Anordnung zeigen wie bei den älteren Stadien der Phocaena, nur daß bei Globicephalus die Hauptfalten anstatt des Längsverlaufes eine quere Richtung senkrecht zur Längsachse des zweiten Magens verfolgen. Dieser fortgeschrittenen Entwickelung der Mucosa entspricht auch die Stärke der Wände dieser Abteilung (1—1$^1/_2$ mm).

In der Mitte der Dorsalfläche dieses Magens liegt in der faltigen Mucosa ein kreisrundes, 5 mm im Durchmesser betragendes faltenloses Feld, in dessen Centrum die Oeffnung in die folgende Abteilung gelegen ist. Diese Oeffnung ist ein feiner Schlitz von

1 mm Länge, der senkrecht zur Längsachse des zweiten Magens gerichtet ist.

Der dritte Magen ist ein kleines Kämmerchen von 6 mm Länge und 3 mm Breite, das fast ausschließlich dorsal gelegen ist, indem nur noch an der linken Seite ein kleines Stück sichtbar wird (cf. Taf. I, Fig. 20). Er ist im Gegensatz zu den Verhältnissen am erwachsenen Wal von außen sichtbar, wenn auch nicht vollständig, indem sein proximaler Teil von der Anschwellung des fünften Magens überlagert wird (cf. Taf. I, Fig. 21). Der dritte Magen ist zwar gegen den zweiten Magen äußerlich scharf abgegrenzt, aber nicht gegen den vierten. Die Außenflächen des dritten und vierten Magens gehen vielmehr kontinuierlich ineinander über (cf. Taf. I, Fig. 21). Indes existiert im Innern eine Scheidewand, die nur von einem schmalen, $1^1/_2$ mm langen Schlitz durchsetzt wird (cf. Fig. 5 im Text).

Der vierte Magen hat Größe und Gestalt einer Erbse; er ist demnach kugelig, und hat 4 mm im Durchmesser, ist also

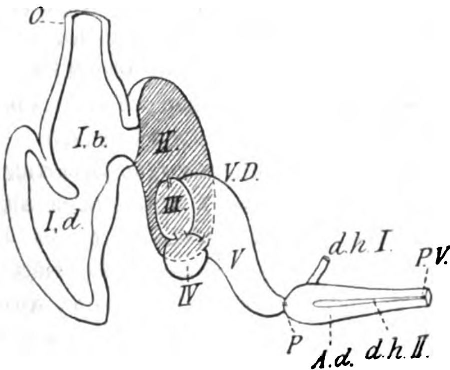


Fig. 5. Umrisse des Magens von Globicephalus.

O. Oesophagus. *I. b.* 1. Magen, Bulbus. *I. d.* 1. Magen, Diverticulum. *II.* 2. Magen, schraffiert. *III.—V.* 3.—5. Magen. *V. D.* Dilatation des 5. Magens. *d. h. I.* Ductus hepato-pancreaticus. *P.* Pylorus. *A. d.* Ampulla duodenalis. *d. h. II.* Verlauf des Ductus hepato-pancreaticus in der Wand des Duodenum. *P. V.* Papilla Vateri.

etwas kleiner, als der vorhergehende. Gegen den folgenden Magen ist er äußerlich und innerlich gut abgegrenzt. Er ist im wesentlichen dorsal gelegen, doch zum Teil auch ventral sichtbar, indem er distalwärts den Fundus der zweiten Abteilung überragt (cf. Taf. I, Fig. 20).

Ein kreisrundes Orificium von 1 mm Durchmesser führt am Proximalrand dieser Abteilung in den fünften darmähnlichen Magen, der am Anfang stark erweitert ist und daher 4 mm proximalwärts heraufreicht, so daß der proximale Rand dieser Abteilung ungefähr in gleicher Höhe mit der Mündung des

zweiten in den dritten Magen steht. Dieser 16 mm lange und 5 mm in seiner größten Breite betragende Magen verjüngt sich distalwärts, bis er mit der deutlichen Pyloruseinschnürung endet. Auf diese folgt die Ampulla duodenalis, die an ihrem Anfang 5 mm weit ganz allmählich sich verjüngt und in den cylindrischen Teil des Duodenum übergeht. Die Pylorusöffnung ist ein sehr enges Kanälchen mit zierlichen Längsfalten der Mucosa. Die Schleimhaut des dritten bis fünften Magens ist sammetartig und faltenlos, und die Wanddicke beträgt circa 1 mm. Nur im fünften Magen ist eine sehr schwache Andeutung von Längsfalten wahrzunehmen.

Der Ductus hepato-pancreaticus mündet 3 mm vom Pylorus in die Wand der Ampulla duodenalis ein und verläuft 12 mm weit in der Wand derselben und des cylindrischen Duodenum. Dann mündet er auf der winzigen VATER'schen Papille in feinem Längsschlitz in den cylindrischen Teil des Duodenum aus. Der Gang markiert sich auf der Außenseite des Darmes deutlich in einer Breite von $1^1/_2$ mm und kann durch eine Schweinsborste sondiert werden. Auch innen zeigt er sich in der sammetartigen Mucosa als ein glatter Streifen an.

Globicephalus hat also fünf Mägen, die beim Embryo von 45,6 cm Rückenlänge alle — bis auf einen Teil des dritten — äußerlich sichtbar sind. Der dritte Magen hat in diesem Entwickelungsstadium derartige Dimensionen und ist so gegen die benachbarten Abteilungen abgegrenzt, daß er keineswegs nur einen Gang darstellt; er ist hier sogar größer, als der vierte. Der erste Magen überwiegt bei diesem Embryo die anderen Abteilungen an Größe und Ausbildung bei weitem. Globicephalus zeigt also, wenn man diesen Magen mit dem von TURNER beschriebenen Magen des jungen und dem von MURIE beschriebenen des erwachsenen Tieres vergleicht, denselben Entwickelungsgang wie der Magen von Phocaena, indem beim jungen Embryo der erste Magen am besten ausgebildet ist, dann in der Saugperiode, sowie kurz vor und nach derselben der zweite Magen dominiert, während schließlich wieder der erste das Uebergewicht erhält. — Der Ductus hepato-pancreaticus tritt zwar an die duodenale Ampulle heran, mündet aber im Gegensatz zu anderen Odontoceten nicht in diese, sondern erst in den engen Teil des Duodenum.

V. Balaenoptera musculus.

A. Historisches.

Bezüglich der Anzahl der Magenabteilungen von Balaenoptera herrscht eine ganz ähnliche Divergenz der Meinungen, wie sie schon bei der Beschreibung des Phocaenamagens erwähnt wurde.

Hunter (1787) zählt an Balaenoptera rostrata (Piked-Whale) fünf Abteilungen, während Cuvier (1805) geneigt ist, nur vier gelten zu lassen, indem ihm der dritte von Hunter aufgezählte Magen nur als ein Verbindungskanal zwischen dem zweiten und dritten Magen (dem vierten nach Hunter) erscheint. Meckel (1829) reduziert die Zahl der Magenabteilungen bei allen Walen auf drei, indem er Cuvier's vierte Abteilung nur als eine Anschwellung des Duodenum betrachtet, die als solche sich kennzeichne durch Aufnahme der Galle und durch Abschluß mittelst eines starken Pylorus gegen die vorhergehende, aber nicht gegen die nachfolgende Strecke. Das erstgenannte Moment, die Aufnahme der Galle, trifft indes für Balaenoptera nicht zu; daher hat über die Zugehörigkeit dieser Erweiterung zum Magen bei Balaenoptera viel länger Ungewißheit geherrscht, als bei Phocaena. Dieselbe Zählung wie Meckel beobachtet auch Eschricht (1849), der 7 Foeten von Balaenoptera rostrata (Vaagewal) von 8—78 Zoll Länge untersucht hat und durchgehends drei Mägen annimmt. Den Magen eines 11 Zoll langen Embryo bildet Eschricht ab und beschreibt ihn genauer. Am dritten Magen, der anfangs cylindrisch, später mehr sackförmig ist, bildet er eine Einschnürung ab und signiert auch die beiden daraus resultierenden Teile des dritten Magens verschieden (mit *e* und *f*), ohne diese Teile als verschiedene Mägen zu betrachten.

Murie (1865) zählt an einem erwachsenen Exemplar von Balaenoptera musculus (60 Fuß) wiederum vier Magenhöhlungen auf, und zwar in der von Cuvier angeregten Weise, also einschließlich einer duodenalen Erweiterung. Auf der seiner Beschreibung beigegebenen Skizze ist der dritte Magen, wie ihn Hunter aufführt, ignoriert.

Carte und Macalister (1868) zählen an einem ca. 13 Fuß langen Exemplar von Balaenoptera rostrata fünf Magenabteilungen, wie auch schon Hunter, indem sie betonen, daß der dritte Magen „bei weitem der kleinste“ sei. Aus der Be-

schreibung geht indes nicht hervor, welches der dritte Magen sein soll, und die gegebene Abbildung steht sogar im Widerspruch mit der Angabe, daß der dritte Magen der kleinste sei. Es hat den Anschein, als ob der dritte und vierte Magen verwechselt wären. Der fünfte Magen, die duodenale Ampulle MECKEL's, soll durch einen kleinen Pylorus mit musculösem Sphinkter mit dem Duodenum kommunizieren, und der Umfang des Pylorusorificium $4^1/_2$ Zoll betragen (ein für eine Pylorusöffnung viel zu großer Umfang). Erst ca. 6 Zoll von diesem Orificium entfernt mündet der vereinigte Ductus pancreaticus und hepaticus.

PERRIN (1870), der die Anatomie eines ca. 13 Fuß langen Exemplars von Balaenoptera rostrata beschreibt, steht in der Zählung der Magenabteilungen auf dem Standpunkt von MURIE und CUVIER, indem er wie diese vier Höhlungen anführt. Die Oeffnung zwischen dem zweiten und dritten Magen nennt PERRIN einen Kanal (wie auch schon CUVIER) mit „annularer vorspringender Klappe" nach dem zweiten Magen zu, während auch am entgegengesetzten Ende wieder eine ringförmige Klappe vorhanden ist. Dieser Kanal war $2^1/_2$ Zoll lang an PERRIN's Exemplar. „Der vierte Magen geht direkt in das Eingeweide über, indem die einzigen Grenzen zwischen den beiden das plötzliche Aufhören des weiten Kalibers und die Gegenwart von Valvulae coniventes sind."

WEBER (1888) stellt an einem 227 cm langen Foetus von Balaenoptera Sibbaldii drei Magenabteilungen fest. In seiner Aufzählung ist die duodenale Ampulle oder der fünfte Magen HUNTER's, CARTE's und MACALISTER's, resp. der vierte CUVIER's, MURIE's und PERRIN's definitiv eliminiert. Die enge Oeffnung vor diesem vermeintlichen Magen ist bereits der Pylorus. Des PERRIN'schen Kanales resp. des dritten Magens (nach HUNTER sowie nach CARTE und MACALISTER) wird nicht Erwähnung gethan.

WEBER hat sein Objekt auch histologisch untersucht, als der erste, der eine derartige Untersuchung am Mystacoceten-Magen unternommen hat. Die Schleimhaut der ersten Abteilung fand er glatt und drüsenlos; eine Verhornung des Epithels war an diesem foetalen Magen noch nicht eingetreten. Der zweite Magen zeigte Drüsen mit Belegzellen, der dritte Drüsen, die der Belegzellen entbehrten.

Aus PILLIET's (1891) Beschreibung eines Magens von Balaenoptera rostrata geht nicht mit Deutlichkeit hervor, ob er bei den

vier Mägen, die er angiebt, die duodenale Ampulle mitzählt oder nicht. Später (1895) finden Pilliet und Boulart den Magen eines Foetus von Balaenoptera Sibbaldii ähnlich dem Delphinmagen, dem sie vier Kammern und eine duodenale Ampulle zuschreiben, woraus hervorgeht, daß sie wohl auch bei Balaenoptera vier Mägen ausschließlich der Erweiterung des Duodenum annehmen. Damit wäre eine ganz neue Zählung vorgenommen, indem der Perrin'sche Kanal als Magen gilt, aber nicht die duodenale Ampulle.

Indes scheidet Turner (1892) in seiner Beschreibung eines erwachsenen Exemplars von Balaenoptera rostrata — diese letzte Erweiterung nicht so entschieden vom Magen aus, wie es Weber thut und auch Pilliet und Boulart zu thun scheinen. Turner nimmt wie Hunter, Carte und Macalister fünf Magenabteilungen an. Die Kommunikation zwischen dem vierten und fünften Magen liegt im Gegensatz zu allen vorhergehenden Kommunikationen, die wandständig sind, fast central, und die Oeffnung mißt „nicht mehr, als 1 Zoll im Durchmesser, und ist valvulär," was alles für die Pylorusnatur dieser Kommunikation spricht. Auch reicht das Omentum majus nicht bis zur fünften Abteilung hin. Sonach würde diese Abteilung nach Turner unzweifelhaftes Duodenum sein, wenn sie den Ductus pancreaticus und hepaticus aufnähme. Turner hat an seinem Exemplar hiervon nichts sehen können. Da aber Carte und Macalister gefunden haben, daß diese vereinigten Gänge erst hinter dem von ihnen beschriebenen Pylorus einmünden, und dementsprechend nicht in diese fünfte Höhlung, so würde diese die fünfte Magenabteilung darstellen. Zu dieser Fünfzahl kommt nämlich Turner, indem er nicht nur diese letzte, vielen als Duodenum erscheinende Erweiterung zum Magen rechnet, sondern auch den Perrin'schen Kanal als dritten, wenn auch minimalen Magen anführt. Seine Ausführungen werden durch die seiner Abbildung beigegebene Skizze, die beste bisher gegebene Abbildung des Balaenoptera-Magens, verdeutlicht.

Somit wäre die Zählung Hunter's, die schon von Cuvier und Meckel in verschiedener Weise beanstandet war, durch Turner wiederhergestellt.

An diese Beschreibungen von Balaenoptera-Mägen wäre noch anzuschließen, daß Turner (1885) an einem 2 Fuß langen Foetus von Balaena mysticetus nur drei Magenabteilungen findet. Die erste Abteilung mündet in der Nähe der Oesophagusöffnung in die zweite Abteilung. Diese ist etwas größer, als die walnuß-

große erste. Auf den dritten noch kleineren Magen folgt das Duodenum mit Gallen- und Pankreasgang. Somit würde also Balaena weniger Mägen besitzen, als Balaenoptera, da ja die Mägen beider Wale von demselben Autor untersucht und also dieselben Kriterien in Anwendung gebracht wurden.

Was nun Balaenoptera anbetrifft, so ist, wo embryonales Material zur Verfügung steht, die wirkliche Zahl der Magenabteilungen mit Sicherheit festzustellen. Die Meinungsverschiedenheiten der Autoren betreffen den dritten und fünften Magen, wie er von Hunter, Carte und Macalister, sowie von Turner angenommen wurde. Dieser dritte Magen ist nun beim erwachsenen Wal so klein, daß er von den einen übersehen, von den anderen nur als Kommunikationskanal angesehen wurde. Es fragt sich nun: entspricht dieser Annahme eines einfachen Kanals das embryonale Verhalten, oder zeigt vielmehr dieser embryonale Kanal Dimensionen, die ihn als echten Magen erscheinen lassen? In diesem letztgenannten Sinne entscheidet nun in der That der Befund am embryonalen Material, wie im Nachstehenden ausgeführt werden wird. Was den fünften von Hunter und den anderen Autoren (cf. oben) vertretenen Magen anbetrifft, so ist Carte und Macalister allerdings zuzugeben, daß der Ductus hepato-pancreaticus nicht in diese Höhlung mündet. Aber das Einmünden dieses Ganges ist nicht das einzige Kriterium für das Duodenum. Vielmehr handelt es sich in erster Linie um das Verhalten des Pylorus. Nun ist der von Carte und Macalister angegebene Umfang der Pylorusöffnung ein so erstaunlich großer, daß er berechtigte Zweifel an der Pylorusnatur dieses Lumen erregt. Das vorliegende Material ließ keinen Zweifel über die Lage des Pylorus und zeigte unzweideutig, daß der vermeintliche fünfte Magen die duodenale Ampulle ist.

Das embryonale Material bestätigt also die Vierteilung des Magens, wie sie Pilliet und Boulart (1895) anzunehmen scheinen.

B. Eigene Untersuchungen

I. am Magen eines Embryo von 122 cm direkter Körperlänge; dieser Magen wurde nur in situ untersucht;

II. am Magen eines Embryo von 104 cm direkter Körperlänge; derselbe wurde im Zusammenhang mit den Eingeweiden intra saccum peritonei besichtigt, dann zum Zwecke der weiteren

Untersuchung aus dem Verbande der benachbarten Organe gelöst und beschrieben;

III. am Magen eines Embryo von 63 cm direkter Körperlänge.

I. Magen des Embryo von 122 cm direkter Körperlänge.

Derselbe wurde in situ untersucht und gezeichnet (cf. Taf. II, Fig. 22).

Der Oesophagus dringt nicht durch das Diaphragma. Am proximalen Ende des Magens, das übrigens nicht der Einmündung des Oesophagus entspricht, gehen der erste und zweite Magen kontinuierlich ineinander über. Während vom ersten Magen nur der linke Rand zu Gesicht kommt, macht der zweite Magen, der in der Medianlinie liegt, den größten Teil der Ventralfläche des gesamten Magens aus. An seinem distalen Ende biegt er nach rechts um und wird von einer tieferen Furche von einer ungefähr kugeligen Abteilung abgegrenzt, die, wie der Vergleich mit dem nachstehend beschriebenen und geöffneten Magen zeigt, dem vierten Magen entspricht. Für die Feststellung des dritten Magens giebt es zunächst keine Anhaltspunkte. Der scharf einschneidende Pylorus ist unverkennbar; auf ihn folgt eine distalwärts konisch zugespitzte Ampulle, die dorsalwärts und etwas nach dem Zwerchfell zu gerichtet ist und sich in den engen Teil des Duodenum fortsetzt. Das hinter dem Magen gelegene Pankreas sendet einen Lappen gegen das Zwerchfell, der vom Pylorus bis zur Hälfte des zweiten Magens emporsteigt. Das Omentum majus ist nur klein und bedeckt nur ungefähr den dritten Teil des zwischen den auffallend großen Nieren gelegenen Intestinum.

II. Magen des Embryo von 104 cm direkter Körperlänge.

Auffallend ist, daß hier der Oesophagus im Gegensatz zu dem Typus der Odontoceten nicht auf dem proximalen Scheitel des Magens, sondern an der rechten Seite der ersten Abteilung einmündet (cf. Taf. II, Fig. 23), und zwar 17 mm (am Außenrande gemessen) unterhalb des anscheinenden Scheitels derselben. — Wenn auch bei der Oeffnung dieser Magenabteilung die Scheitelkappe als zum zweiten Magen gehörig erscheint, so ist die Oesophagusmündung doch noch 10 mm von der proximalen Spitze des ersten Magens entfernt. — Alsdann ist der Oesophagus

im Gegensatz zu dem der Odontoceten auffallend eng. Sein elliptischer Querschnitt beträgt 4 mm im längeren (transversalen) und 2 mm im kürzeren (dorsoventralen) Durchmesser. Schließlich geht der Oesophagus nicht allmählich in den ersten Magen über, sondern bei relativ gleichmäßigem Lumen „plötzlich“, wie PILLIET und BOULART dies Verhalten treffend kennzeichnen.

Uebrigens mündet der Oesophagus direkt in den ersten Magen ohne klappenähnliche Falte, wie sie CARTE und MACALISTER anführen. Seine Wände sind $1^1/_2$ mm dick. Die Schleimhaut des Oesophagus ist glatt und faltenlos, wie auch diejenige der ersten Magenabteilung, was übrigens nicht den Verhältnissen am älteren Tier entspricht, denn CARTE und MACALISTER beschreiben an Balaenoptera rostrata (von 13 Fuß Länge) ein kompliziertes „cerebriformes“ Faltensystem des ersten Magens, und PERRIN spricht von verwickelten Falten, die die longitudinalen Falten des Oesophagus fortsetzen. Auch an Embryonen sind dergleichen Falten gefunden worden. Nach ESCHRICHT setzen sich die oesophagealen Längsfalten bei den kleineren Foeten bis zum blinden Ende des ersten Magens fort, während sie bei den größeren Foeten im ersten Magen mehr verwischt sind und schließlich zu kurzen Runzeln werden. — Dies würde etwa dem Verhalten entsprechen, wie es im ersten Kapitel an den Phocaena-Embryonen beschrieben wurde.

Das Epithel des Oesophagus (und des ersten Magens) war im Zusammenhang losgelöst. Es ist ein geschichtetes Plattenepithel von ca. 100 μ durchschnittlicher Dicke, dessen sämtliche Zellen kernhaltig sind. Während die Zellen der obersten, dem freien Lumen zugekehrten Schichten ca. 4—8 μ dick und ca. 60 μ lang sind, erscheinen die in der Tiefe gelegenen Zellen nicht abgeplattet, sondern kubisch bis cylindrisch, und überhaupt kleiner, als die oberen Zellen. Daher sind hier die Kerne dicht gelagert, und es heben sich somit schon durch die Färbung diese tieferen Schichten von den oberen ziemlich scharf ab, zumal der Uebergang nicht allmählich geschieht. Die untere Schicht ist nämlich ihrem größeren Gehalt an Kernen entsprechend dunkler gefärbt und ca. $^1/_4$ so dick wie die obere. Das Epithel zeigte sich stark gefaltet, was wohl als ein Schrumpfungsprozeß angesehen werden muß, da die Mucosa auf der dem Lumen zugewandten Seite fast glatt ist. Die Mucosa propria ist relativ dick (über 1 mm) und gefäßreich. Auf sie folgt nach außen eine circuläre und dann eine longitudinale Muskelschicht, jede von

ca. 380 μ Dicke. Letztere wird von einem serösen Ueberzug umhüllt.

Die erste Magenabteilung hat eiförmige Gestalt und ist dorsal, unmittelbar hinter der zweiten gelegen (cf. Fig. 6 im Text).

Die Länge dieses Magens kann nicht an seiner Außenseite gemessen werden, da die Grenze zwischen erstem und zweitem Magen äußerlich nicht angegeben ist. Vielmehr gehen die distalwärts so scharf geschiedenen Abteilungen am proximalen Ende des gesamten Magens continuierlich ineinander über, so daß sie „fast die Form eines gespaltenen Herzens darstellen“ (Eschricht). Wie schon erwähnt, gehört der vermeintliche Scheitel des ersten Magens vielmehr dem zweiten an, wie an der scharfen Epithelgrenze beider Abteilungen festzustellen ist. Mithin beträgt die Länge des ersten Magens 45 mm, während die Dicke seiner Wände 3 mm im Durchschnitt mißt. Im distalen Teile ist eine beträchtliche ventrale Ausbuchtung zu konstatieren.

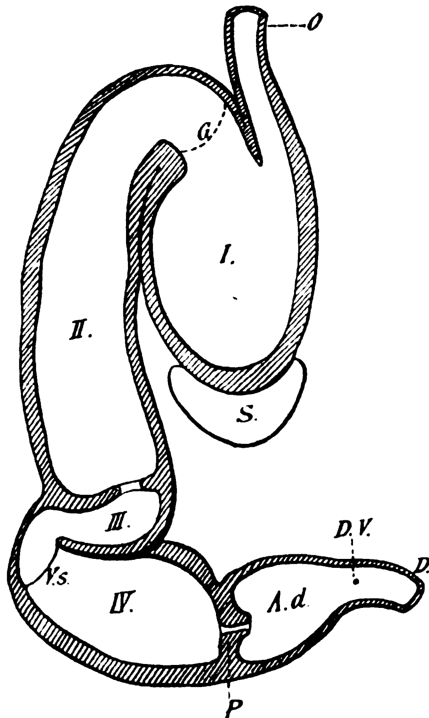


Fig. 6. Umrisse des Magens von Balaenoptera. *O.* Oesophagus. *G.* Epithelgrenze zwischen erstem und zweitem Magen. *I—IV.* die vier Mägen. *V.s.* Valvula semilunaris. *P.* Pylorus. *A.d.* Ampulla duodenalis. *D. V.* Diverticulum Vateri. *D.* Duodenum. *S.* Splen.

Die sehr weite Mündung in den zweiten Magen ist elliptisch, und es beträgt der größere, sagittale Durchmesser 10 mm; der kleinere, dorsoventrale 6 mm. An einem erwachsenen Exemplar von Balaenoptera rostrata fand Turner den Durchmesser dieser Mündung einen Fuß groß, woraus er schließt, daß dieselbe gewöhnlich offen steht. — Am unteren Rande dieser Oeffnung ist in der Höhe der Oesophagusmündung ein kräftiger Wulst zu er-

wähnen. Somit ist diese Mündung des ersten Magens in den zweiten weiter nach vorn gelegen, als die Oesophagusmündung, und erheblich größer, als diese. Im Gegensatz zu den bei Phocaena vorgefundenen Verhältnissen ist es eine einfache Mündung und kein Kanal.

Das Epithel des ersten Magens war losgelöst als ein zusammenhängender Sack und ungefähr ebenso dick wie das des Oesophagus. Die Faltung resp. Schrumpfung des Epithels zeigte sich hier noch stärker, als beim Oesophagus; die Mucosa propria ist etwas dünner, die Muscularis dagegen viel stärker, als beim Oesophagus, nämlich $1^1/_2$ mm dick und reichlich von Bindegewebe durchsetzt. Sie besteht meist aus Längsfasern, in deren Mitte einige Ringfasern verlaufen. Dann folgt eine ansehnliche Serosa.

Die scharfe Grenze zwischen der glatten Epithelfläche des ersten und der körnigen des zweiten Magens zeigt genau den Beginn dieses letzteren an. Diese Abteilung ist cylindrisch und viel länger als die erste, wie fast alle Autoren hervorheben, und wie auch die Abbildungen von Turner, Murie, Eschricht, Carte und Macalister zeigen. Nach Eschricht ist der zweite Magen immer länger, als der erste, bei den größeren Foeten aber der erste Magen, wie auch beim Erwachsenen, ebenso geräumig, wie der zweite Magen. — Im vorliegenden Falle war die zweite Abteilung 7 cm lang; sie setzt breit an den ersten Magen an, mit dem sie einen spitzen Winkel bildet resp. „eine V-ähnliche Figur, indem die Spitze aufwärts (nach dem Diaphragma zu) gerichtet ist“ (Perrin). Dabei wird die proximale Rundung durch die schon erwähnte kappenartige Flexur des zweiten Magens hergestellt, deren Bildung zur Folge hat, daß eine scharfe Grenze zwischen dem ersten und zweiten Magen äußerlich nicht bestimmbar ist.

Die durchschnittliche Breite dieser Abteilung beträgt 18 mm; ihr Kaliber ist ziemlich gleichmäßig.

Allmählich divergieren die beiden Mägen, indem der zweite nach links hinüberzieht, so daß er eine leicht S-förmige Gestalt erhält (cf. auch Hunter, Cuvier, Carte und Macalister).

Während im vorliegenden Falle die Dicke der Wände des ersten und zweiten Magens ungefähr gleich ist, konstatieren Carte und Macalister an ihrem Exemplar (Balaenoptera rostrata, 13 Fuß) viel dünnere Wände (halb so dicke), als am ersten Magen. Die Schleimhaut zeigt im Gegensatz zum ersten Magen beginnende Faltenbildung, namentlich dorsale Querfalten, die sich verzweigen

und deren Aeste ineinander geschlungen sind; ähnlich gestaltete Längsfalten sind im vorderen ventralen Teil zu bemerken, und feine unverästelte Querfalten im hinteren Abschnitt.

Dieses Verhältnis der Faltenausbildung im ersten und zweiten Magen entspricht vollständig dem des älteren resp. erwachsenen Tieres, indem Murie (Balaenoptera musculus 60 Fuß) die Falten des zweiten Magens dicker fand, als die des ersten, und Carte und Macalister (Balaenoptera rostrata 13 Fuß) „schärfer und mehr hervorstehend", als beim ersten Magen. Auch die wesentliche querverlaufende Richtung dieser Falten ist dem älteren Tiere eigen, wie von Perrin an seinem Exemplar (Balaenoptera rostrata 13 Fuß) gefunden.

Die feinen Ringfalten des zweiten Magens finden sich namentlich in einer relativ tiefen, ventralen, rinnenartigen Ausbuchtung auf der linken Seite; dieselbe führt direkt auf das Orificium des dritten Magens.

Das Epithel des zweiten Magens war nicht erhalten. Die Mucosa propria (ca. 475 μ dick) zeigt stellenweise Beginn von Faltenbildung; im ganzen aber ist sie glatt und noch ohne Drüsen. Die Submucosa ist ungefähr doppelt so dick und reichlich von Muskelfasern durchzogen. Auf sie folgt eine Ringmuskelschicht von ca. 475 μ Dicke, dann die Serosa. Besonders auffällig sind helle sporadische Flecken der Schleimhaut, die hügelartig über die freie Oberfläche ragen; sie betragen 380 μ im Durchmesser, gehen 190 μ in die Tiefe und zeigen eine mehr homogene Beschaffenheit gegenüber dem umgebenden Bindegewebe, dessen faserige Elemente sich unmittelbar in diese Stellen fortsetzen, so daß diese Flecken möglicherweise eine pathologische Veränderung der Mucosa darstellen.

Die Kommunikationsöffnung zwischen dem zweiten und dem dritten Magen wird durch eine Bodenerhebung der eben erwähnten Ausbuchtung des zweiten Magens verschlossen. Die Oeffnung liegt an der ventralen, rechten Wand, wird von einer ringförmigen Falte eingefaßt, ist elliptisch und mißt 8 mm im größeren und 2 mm im kleineren (dorsoventralen) Durchmesser. Der Magen hat die Gestalt eines liegenden S (∽), ist 30 mm lang und 6 mm weit. Seine Grenzen sind äußerlich genau bestimmbar, indem die Grenze zwischen zweitem und drittem Magen durch eine linksseitige scharfe Einkerbung mit darauf folgender Ausbuchtung bezeichnet wird, und die Grenze zwischen drittem und viertem Magen durch eine bedeutende dorsale Furche, die

dadurch zustande kommt, daß der dritte Magen gegen den vierten steil abfällt.

Die den querverlaufenden dritten Magen begrenzenden Längswände sind aus zwei Magenwänden zusammengesetzt, nämlich die proximale Wand des dritten Magens aus der Wand des dritten und zweiten Magens, und die distale aus der des dritten und vierten Magens; hieraus geht hervor, daß die Bildung des dritten Magens durch eine doppelte Biegung und Einschnürung des gesamten Magens zustande gekommen ist, indem derselbe sich als dritter Magen nach links, als vierter Magen nach rechts wendet. Somit stellt der dritte Magen keineswegs nur einen einfachen Kanal dar. Trotz seiner doppelten Wandung unterscheidet sich der dritte Magen durch die Dünne seiner Wände sowohl von der zweiten als von der vierten Abteilung und zeigt sich hierdurch als ein in Rückbildung begriffenes Organ an.

Die Schleimhaut zeigt beginnende Faltenbildung, indem das erste Drittel eine Fortsetzung der Querfalten der Rinne des zweiten Magens aufweist, das zweite Drittel eine ventrale Längsfalte mit fiederförmig davon ausgehenden Querfalten zeigt, das letzte Drittel hingegen glatt ist. Diese dritte Abteilung endet mit einer halbmondförmigen, ventralen und quergestellten Klappe, deren Innenrand eine Länge von 16 mm besitzt. — Der histologische Aufbau des dritten Magens ist ähnlich dem des zweiten. Doch fehlen die eigentümlichen weißen Flecken der Mucosa, auch findet sich hier unter der Ringmuskelschicht eine ungefähr ebenso dicke Längsfaserschicht, die bei dem zweiten Magen vermißt wurde.

Auch der vierte Magen ist ähnlich dem dritten gebaut. Indes sind alle Schichten bedeutend dicker, entsprechend der Gesamtdicke der Magenwand. Diese vierte Abteilung ist birnförmig, biegt nach rechts herum und ist quergestellt. Das stärkere Ende liegt an der Semilunarklappe und ist 18 mm breit; es kommt dadurch zustande, daß sich hinter der Semilunarklappe ein tiefer Recessus aufwärts ausbuchtet. Das schwächere Ende ist nur 15 mm breit. Die Schleimhaut zeigt am engeren Ende sehr schwache Faltenandeutungen. Es sind wiederum Längsfalten mit verbindenden Querfältchen. Uebrigens sind auch im höheren Alter die Falten des dritten und vierten Magens nur spärlich (Perrin). Die Länge dieser Abteilung beträgt 30 mm. Den Abschluß bildet ein kräftiger Pylorus, der durch seine starke Muskulatur und ungemein enges Orificium sich von allen anderen Kommuni-

kationsöffnungen des Magens unterscheidet und als Pylorus kennzeichnet. Aeußerlich ist der Pylorus durch einen ringförmigen Wulst bezeichnet und am proximalen Rande dieser und der folgenden Abteilung durch eine Einschnürung, während am distalen Rande die Kontur dieses Magens kontinuierlich in die der folgenden Höhlung übergeht. Somit ist der Abschluß des Magens, ähnlich wie bei Phocaena, schon an der Außenseite des Magens genau anzugeben.

Der Pylorus selbst ist rüsselförmig distalwärts ausgezogen, so daß die Scheidewand zwischen dem vierten Magen und der folgenden Höhlung in der Mitte sehr dick (5 mm) ist. Die Kommunikationsöffnung indes ist so eng, daß nur eine dicke Schweinsborste hindurchgesteckt werden konnte. Zierliche Längsfalten springen in das Lumen dieses kleinen Pyloruskanales vor. Beim erwachsenen Tier ist die Enge eine entsprechende; so fand TURNER diese Oeffnung bei der erwachsenen Balaenoptera rostrata nicht mehr als 1 Zoll im Durchmesser betragend.

Es folgt die duodenale Ampulle, die, am Anfang 18 mm breit, sich konisch zuspitzt bis zu einem Durchmesser von 8 mm, und sich in das cylindrische Duodenum fortsetzt. Die Schleimhaut ist glatt; erst an der Verschmälerung beginnen verästelte und miteinander anastomosierende Längsfalten. Die Wand sowohl des cylindrischen Darmes wie der Ampulle ist bedeutend dünner (1 mm), als die der voraufgehenden vierten Magenabteilung (3 mm). Zwar nimmt die Ampulle hier nicht — wie bei Phocaena — den Ductus pancreaticus auf, sondern dieser, mit dem Ductus hepaticus kurz vor der Mündung vereinigt, tritt erst in den verschmälerten Darm, gerade an der Stelle des Beginnes der Verschmälerung und der Falten, 20 mm vom Pylorus entfernt, läuft dann eine Strecke in der Wand des Duodenum, um sich erst 16 mm weiter abwärts in den Darm zu ergießen. Dennoch ist diese Ampulle Duodenum und vom Magen auszuschließen, von dem sie durch den unzweideutigen Pylorus getrennt ist, während am entgegengesetzten Ende keinerlei valvuläre oder wohl gar pyloriale Abgrenzung gegen das cylindrische Duodenum besteht. Auch die Dünne der Wandung und das Verhalten des großen Netzes, welches nicht bis zu dieser Höhlung reicht (cf. auch TURNER), schließen diese Höhlung vom Magen aus.

Am distalen Ende des ersten Magens liegt, durch ein kurzes Ligamentum gastrosplenicum fest an diesen angewachsen, die Milz. Diese ist 18 mm breit (Transversaldurchmesser), 11 mm

hoch (Längendurchmesser), und an ihrem proximalen, dem ersten Magen zugekehrten, dickeren Ende 9 mm dick (Dorsoventraldurchmesser). Sie hat die Gestalt des Os lunatum des menschlichen Carpus und zeigt dementsprechend drei scharf gegen einander abgesetzte Flächen: nämlich eine dorsale konvexe, eine ventrale platte, an der das Omentum majus ansetzt, und eine proximale, dem ersten Magen zugekehrte, die stark konkav ist und daher der Milz das halbmondförmige Aussehen verleiht. An die rechte Seite dieser Fläche treten die Gefäße, so daß hier der Hilus der Milz gelegen ist. Eine gemeinsame Scheide umhüllt Arteria und Vena lienalis, die als derber, ca. 2 mm dicker Strang nach rechts und dorsalwärts verlaufen und hier die Grenze des Omentum majus bilden (cf. Taf. II, Fig. 23).

Die Milz-Pulpa zeigt eine mehr diffuse Beschaffenheit als bei Phocaena; daher auch die scharfe Circumscription der Milzknötchen vermißt wurde. Auch zeigten sich die intermediären Lacunen nicht in der Ausdehnung, wie sie bei der erwachsenen Phocaena beobachtet werden konnten.

III. Magen des Embryo von 63 cm direkter Körperlänge.

Der Oesophagus zeigt ein elliptisches Lumen und eine Dicke von 3 mm im größeren und 2 mm im kleineren (dorsoventralen) Durchmesser. Dabei ist seine Wand fast 1 mm dick. Ueber die Einmündung des Oesophagus in den ersten Magen gilt im wesentlichen dasselbe, was diesbezüglich von dem älteren Embryo gesagt wurde.

Der erste Magen ist kugelig und bedeutend kleiner, als der zweite. Der Uebergang zum zweiten Magen ist äußerlich derart kontinuierlich, daß an der Außenfläche nicht nur die Grenze des ersten gegen den zweiten Magen unbestimmbar ist, sondern sogar die distale scharfe Scheidung der beiden Abteilungen fehlt. Daher bilden diese beiden Mägen in ihrer Gesamtheit auch nicht die Form des gespaltenen Herzens, wie die Mägen des älteren Embryo, sondern der erste Magen erscheint hier als ein Annex des zweiten. Auch hier gehört der proximale Scheitel des gesamten Magens der zweiten Abteilung an, wie die scharfe Epithelgrenze bei der Eröffnung des Magens lehrt. Dabei zeigt es sich, daß der Oesophagus 7 mm unterhalb der proximalen Spitze des ersten Magens in diesen einmündet. Die Länge des

ersten Magens, die vom oberen Rande der Epithelgrenze gegen den zweiten Magen zu messen ist, beträgt 22 mm, während die Dicke seiner Wände 1—2 mm mißt, und seine größte Breite 16 mm beträgt. Wie der erste Magen des älteren Embryo zeigte auch dieser am distalen Ende ventralwärts eine Erweiterung.

Die Mündung in den zweiten Magen ist elliptisch und sehr weit, indem ihr größerer, vertikaler Durchmesser 5 mm, ihr kleinerer, dorsoventraler 3 mm, und ihr Umfang 17 mm beträgt. Gerade an dieser Oeffnung befindet sich die scharfe Epithelgrenze zwischen beiden Abteilungen. Am distalen Rande der Oeffnung findet sich ein kräftig vorspringender Wulst, der einem ähnlichen, in gleicher Höhe gelegenen an der Oesophagusmündung entspricht. Letzterer war bei dem älteren Exemplar nicht besonders ausgebildet. Er hat wohl ebenso wie die tiefe Einmündung des Oesophagus die Bedeutung, die Nahrung von der weiten und offen stehenden Mündung der zweiten Abteilung abzulenken und in den Fundus des ersten Magens zu dirigieren. — Im übrigen gilt von der Mündung des ersten in den zweiten Magen dasselbe, was hierüber von dem älteren Exemplar gesagt wurde.

Das Epithel des Oesophagus und des ersten Magens war als zusammenhängender Sack abgelöst. Die Schleimhaut des Oesophagus ist glatt und läßt nur Spuren von Längsfalten im distalen Teil erkennen. Die Schleimhaut des ersten Magens zeigt bereits den Beginn kurzer, noch sehr kleiner Falten im rechten und linken Teil; die Mucosa dieser Abteilung ist also nicht glatt wie bei dem vorigen Exemplar, dessen diesbezügliches Verhalten wohl etwas abnorm war.

Am distalen Ende der ersten Abteilung ist die Milz angeheftet, die von ganz ähnlicher Form, nur entsprechend kleiner ist, wie bei dem älteren Embryo.

Die zweite Abteilung des Magens ist cylindrisch und 42 mm lang; sie ist am breitesten an ihrem Beginn (2 cm), verjüngt sich dann distalwärts, so daß sie an der Mündung des dritten Magens nur noch 1 cm breit ist. Als S-förmige Figur stellt sich der zweite Magen hier nicht dar; er hat gar keine Biegungen aufzuweisen und erscheint als gerades Rohr. Seine Wände sind ebenso dick wie die des ersten Magens. Die Faltenbildung der Mucosa ist stärker entwickelt, als im ersten Magen, und zwar sind die Falten genau so angeordnet und gestaltet, nur entsprechend schwächer, wie es bei dem vorigen Exemplar beschrieben wurde — bis auf die feinen, unverästelten Querfalten

im hinteren Abschnitt, die hier noch nicht entwickelt sind. Vielmehr zeigt die auch hier vorhandene, ventrale rinnenartige Ausbuchtung des Magens eine vollständig glatte Mucosa. Diese Ausbuchtung führt auf das Orificium des dritten Magens, das dem des ersten Magens gegenüber (ventral und rechts) gelegen ist. Eine diese Oeffnung verschließende Bodenerhebung der erwähnten Rinne war hier nicht vorhanden. Die Oeffnung selbst ist sehr weit und elliptisch, indem sie 5 mm im größeren und 3 mm im kleineren, dorsoventralen Durchmesser mißt. Eine ringförmige, am proximalen Rand scharf vorspringende Klappe begrenzt diese Oeffnung.

Der dritte Magen ist ein Kämmerchen von 2 mm Länge und 3 mm Weite. Seine Wände sind dünner, als die des zweiten Magens. Er ist von der zweiten wie von der vierten Abteilung in gleicher Weise durch Einschnürungen äußerlich deutlich abgegrenzt, wie dies die Dorsalansicht auf Taf. II, Fig. 24 zeigt.

Die Mucosa ist glatt wie auch in der vierten Abteilung. Diese kommuniziert mit der vorigen durch eine Oeffnung von $1^1/_2$ mm Durchmesser, an der eine halbmondförmige Klappe angebracht ist. Die vierte Abteilung ist etwas geräumiger, als die dritte Abteilung, nämlich 12 mm lang und 4 mm weit; sie verjüngt sich distal etwas und endet mit dem Pylorus, der außen durch eine scharfe Ringfurche bezeichnet ist und eine äußerst feine Oeffnung besitzt, die gerade nur durch eine Borste sondiert werden kann. Die Mucosa des vierten Magens ist glatt bis auf einige wenige Fältchen, die von der Pylorusöffnung ausstrahlen.

Der Pylorusmuskel ragt kraterartig in die folgende Höhlung hinein; diese, die duodenale Ampulle, ist anfangs 5 mm weit und innen glatt; bald aber beginnen die regelmäßigen Falten des Duodenum. Die Ampulle verjüngt sich distalwärts und geht ganz allmählich in den cylindrischen Darm über, welcher sich bis zu einer Dicke von 3 mm verengt, um dann allmählich wieder zuzunehmen und in einiger Entfernung von der Ampulle eine zweite Anschwellung von 5 mm Dicke zu bilden.

Zusammenfassung.

Bei Balaenoptera überwiegt der zweite Magen an Größe, namentlich an Länge gegenüber dem ersten, und zwar desto mehr, je jünger die Entwickelungsstadien sind. Das Prae-

valieren des zweiten Magens hat hier also im Gegensatz zu den Odontoceten nichts mit dem Milchsaugen zu thun.

Immer sind vier Magenabteilungen vorhanden, deren dritte deutlicher wird, je jünger die Embryonen sind. Bei dem Embryo von 63 cm direkter Körperlänge ist sie wenig kleiner als die vierte.

Die Einschnürungen zwischen den einzelnen Abteilungen sind, namentlich in dem jüngeren Stadium, so schwach, daß die von Meckel bezweifelte Beobachtung Camper's, der an einem Foetus von Balaenoptera rostrata gar keine Einschnürungen fand, sehr wohl richtig sein kann.

VI. Hyperoodon rostratus.

A. Historisches.

In der Zählung der Magenabteilungen von Hyperoodon rostratus hat bis jetzt nicht nur keine Einigung erzielt werden können, sondern es scheint sogar, daß hier eine bestimmte Anzahl wie bei den im Vorstehenden besprochenen und untersuchten Walen überhaupt gar nicht normiert ist. Die Angaben schwanken zwischen sechs bis zehn Magenabteilungen. Die bisher untersuchten Mägen sind zum Teil sorgfältig abgebildet, und eine Quelle des Irrtums ist nicht zu entdecken.

Hunter (1787) zählt bei Hyperoodon (Botlenose) sieben Magenabteilungen, rechnet dabei aber, wie aus seiner Beschreibung des Phocaena-Magens ersichtlich ist, die duodenale Ampulle mit, so daß nur sechs echte Magenabteilungen übrig bleiben.

Eudes Deslongchamps (1842) findet acht bis neun Kammern, die in zwei Regionen angeordnet waren, deren linke einheitlich war und dicke Mucosa von dunkelroter Farbe besaß (wie der zweite Magen der Phocaena). Sie hebt sich daher an der Cardia scharf von der weißen Mucosa des Oesophagus ab. Die rechte Region ist in sieben oder acht Compartimente durch Scheidewände geteilt, die außen durch Einbuchtungen bezeichnet sind und „nur durch Falten der Mucosa gebildet zu sein scheinen“. Diese ist dünn und gelblich. — Da über die duodenale Ampulle nichts gesagt wird, ist die Anzahl der Abteilungen noch ungewisser, als sie von Deslongchamps angegeben wird.

Jacob (1845) findet neun Mägen vor dem Duodenum: eine Hauptkammer mit Sepia-Schnäbeln erfüllt, und acht darauf folgende sphaerische Kammern in zunehmender Größe.

Vrolik (1848) beobachtet sieben Mägen: einen mit Längsfalten ausgestatteten Cardia-Magen, an dem die Milz befestigt ist, und einen Pylorusteil, der aus sechs Kammern mit glatter Mucosa besteht. Von dem aufgeblasenen und aufgeschnittenen Magen giebt Vrolik je eine Abbildung.

Eschricht (1849) unterscheidet neun Abteilungen, aber in anderer Weise als Jacob. Er findet nämlich im Gegensatz zu allen übrigen Beobachtern einen oesophagealen ersten Magen, an dem wie bei den Delphiniden die Milz befestigt ist. Dieser Magen war von dem dicken Epithel des Oesophagus bekleidet und dies Epithel hörte erst, und zwar plötzlich, an der Eintrittsöffnung zum zweiten Magen auf. Dieser entspricht dem ersten von Jacob beschriebenen Magen und hatte „gerade das Aussehen des zweiten oder eigentlichen Magens der Waltiere im Allgemeinen". Darauf folgen — äußerlich einheitlich erscheinend — noch sieben Räume mit glatter Mucosa bis zum Duodenum. Auf Grund dieses Befundes eines oesophagealen ersten Magens hält Eschricht die Abweichung des Hyperoodon-Magens von dem allgemeinen Typus des Cetaceen-Magens für „wenig wesentlich".

Weber (1886) zählt wie Jacob neun Abteilungen, und zwar eine Pars cardiaca, die von dem ersten Magen gebildet wird, und eine Pars pylorica, die aus acht Abteilungen besteht, die aber äußerlich als sechs erscheinen. Durch diese Differenz der äußeren und inneren Ansicht kann indes die Meinungsverschiedenheit der Autoren hinsichtlich der Anzahl der Abteilungen nicht erklärt werden, denn Vrolik giebt eine Abbildung des eröffneten Magens, woraus hervorgeht, daß wirklich nur die sechs äußerlich markierten Abteilungen vorhanden waren.

Die Schleimhaut des ersten Magens ist drüsenreich und ohne oesophageales Epithel. Die Scheidewände der pylorialen Portion sind „weiter nichts, als eine excessiv stark entwickelte Faltenbildung, wie sie, nur weniger entfaltet, auch im Darmkanal vorkommt". Weber sieht in der Bildung des Hyperoodon-Magens einen primitiven Cetaceen-Magen, aus dem durch Reduktion der Zahl der Abteilungen und gleichzeitige stärkere Ausbildung einzelner Kammern der komplizierte Magen der übrigen Cetaceen entstanden sei. Der erste oesophageale Magen der übrigen Cetaceen wäre demnach hier noch nicht entwickelt, während der erste

Magen des Hyperoodon dem zweiten Magen der übrigen Cetaceen entspricht.

TURNER (1889) zählt an einem noch jungen Tier sieben Abteilungen; er unterscheidet:

1) eine proximale oder Cardia-Abteilung, die vom ersten Magen gebildet wird, an dessen linker Seite die Milz liegt; hier finden sich in Uebereinstimmung mit dem zweiten Magen aller übrigen Cetaceen und im Gegensatz zu den folgenden Abteilungen Drüsen vom Cardialtypus;

2) intermediäre Abteilung, die von fünf ventral gelegenen und sphärischen Kammern in Λ-förmiger Anordnung gebildet wird;

3) distale Abteilung, von der letzten (siebenten) Kammer gebildet, die nächst der ersten die größte ist.

TURNER veranschaulicht seine Beschreibung durch zwei Abbildungen (Dorsal- und Ventralansicht).

BOUVIER (1891 und 1892) findet zehn Magenabteilungen, und vermißt eine übereinstimmende Zählung bei den verschiedenen Autoren. Die beiden von BOUVIER (1892) gegebenen Abbildungen zeigen, wie die neun pylorialen Abteilungen äußerlich als sechs erscheinen.

Die Angaben der Autoren schwanken also zwischen sechs bis zehn Abteilungen.

Sechs echte Magenabteilungen giebt HUNTER an, sieben VROLIK, acht ESCHRICHT, wenn von dem abnormen Vorkommen des oesophagealen ersten Magens abgesehen wird, neun JACOB und WEBER, zehn BOUVIER. Die Angaben von DESLONGCHAMPS sind in doppelter Hinsicht unbestimmt, indem sieben bis neun Abteilungen in Frage kommen. Eine Uebereinstimmung in diese Zählungen zu bringen, wie dies bei den bereits besprochenen Walen geschehen konnte, ist hier nicht möglich, und es scheint sonach, daß die Zahl der Magenabteilungen bei Hyperoodon und, wie nachher noch zu bemerken, seinen nächsten Verwandten Schwankungen unterworfen ist, und zwar bei Hyperoodon selbst von sechs bis zu zehn Abteilungen. Nach den Befunden der Autoren kommt die Neunzahl relativ am häufigsten vor.

Auch bei den beiden für eigene Untersuchungen verwandten Embryonen konnte die Neunzahl festgestellt werden. In beiden Fällen waren die einzelnen Abteilungen als solche schon von außen erkennbar.

B. Eigene Untersuchungen

I. an einem ♀ Embryo von 55 cm direkter Körperlänge und 66 cm Rückenlänge;
II. an einem ♂ Embryo von 15,8 cm direkter Körperlänge und 19 cm Rückenlänge.

Beide Mägen wurden auch in situ untersucht.

I. Magen des Embryo von 55 cm direkter Körperlänge.

Der Magen ist schon in situ beinahe vollständig zu übersehen. Der Oesophagus ist hier auffallend lang, indem er noch $2^1/_2$ cm unter das Diaphragma hinunterreicht. Dann zeigt sich an ihm eine kleine Einschnürung, und nun beginnt im linken Hypochondrium der beutelförmige erste Magen, der mit dem proximalen Rand der linken Niere in einer Höhe liegt. Vom hinteren Ende dieses ersten Magens ziehen die übrigen Mägen über die Wirbelsäule in einem Bogen nach rechts hinüber. Dabei ist der dorsal gelegene zweite Magen in der Ventralansicht nicht sichtbar, wohl aber alle anderen. Der fünfte bis siebente Magen springt am weitesten ventralwärts vor. Auch der Pylorus ist noch sichtbar ebenso wie der Anfang der duodenalen Ampulle, die sich alsdann scharf dorsalwärts wendet (cf. Taf. II, Fig. 26).

Die Wand des Oesophagus ist 2 mm dick; der Querschnitt seines Lumen ist elliptisch und beträgt 5 mm im langen und 2 mm im kurzen Durchmesser. Auf der Schleimhaut finden sich vier breite (ca. 1 mm), in das Lumen scharf (bis 2 mm) vorspringende Längsfalten, zwischen denen noch eine Anzahl kleinerer verläuft; alle anastomosieren miteinander. Die größeren gabeln sich an ihrem Ende. An der schon erwähnten Einschnürung des Oesophagus gegen den ersten Magen hört das gelbliche oesophageale Epithel im allgemeinen auf, nur an der linken Seite senkt es sich dorsal noch 4 mm tiefer in Form eines Bogens herab. In diesem gesenkten Teile des oesophagealen Epithels nehmen die vier Längsfalten des Oesophagus einen mäandrischen Verlauf; auch treten zwischen ihnen kleinere, stark gewundene Falten auf, so daß das Aussehen dieses Abschnittes auffallend an den ersten Magen der Delphiniden erinnert (cf. Taf. II, Fig. 27).

Der Oesophagus samt dieser Herabsenkung hat geschichtetes

Plattenepithel von durchschnittlich 40 μ Dicke. Wie bei Phocaena und Balaenoptera ist auch hier eine obere hellere von einer unteren dunkleren Schicht, die ca. ein Drittel der ersteren ausmacht, zu unterscheiden. Auch hier hängt die dunklere Färbung mit einer geringeren Größe und somit dichteren Lagerung der Kerne in den unteren Zellen zusammen. Das Epithel war im Zusammenhang abgehoben und als dünne Haut abziehbar, und erreicht nur in den alleroberstem Schichten das hyaline Aussehen und die annähernde Länge der entsprechenden Zellen von Balaenoptera. Die obere, der freien Oberfläche zugekehrte Schicht der Mucosa propria erscheint sehr kompakt, die darunter gelegene ungleich lockerer und stark vascularisiert. Dann folgt eine kräftige Muscularis mucosae: zunächst eine Ringmuskelschicht (ca. 150 μ dick), dann eine Längsmuskelschicht (ca. 230 μ dick), so daß die ganze Mucosa dort, wo sie nicht in Falten erhoben ist, ca. 1 mm dick ist. Darauf folgt die Submucosa und die kräftige Muscularis (Ring-, dann Längsfaserschicht).

Der erste Magen ist birnförmig, ca. $3^1/_2$ cm lang und ca. 2 cm breit. Er besitzt eine sammetartige Mucosa ohne Falten (im Gegensatz zum Erwachsenen); nur rechts und links sind diese minimal angedeutet. Die auf den Figuren (cf. Taf. II, Fig. 28 und 29) sichtbaren dorsalen und ventralen Falten der Außenseite entsprechen zwei Hervorwölbungen im Innern des Magens, durch die, wenn auch sehr unvollkommen, eine kleinere distale Abteilung von einer größeren proximalen abgetrennt wird. Erstere ist dorsalwärts vertieft, an der Stelle, wo 8 mm vom Fundus des ersten Magens die Oeffnung in den zweiten liegt. Diese ist elliptisch, 3 mm lang und 2 mm breit. Die Lage dieser Oeffnung entspricht der des zweiten Magens in den dritten bei Phocaena communis.

Der erste Magen zeigt durch das Verhalten seines Epithels, daß er kein Homologon des ersten Magens der übrigen Cetaceen ist, denn anstatt des geschichteten Plattenepithels, das sonst für den ersten Magen charakteristisch ist, findet sich hier Cylinderepithel mit Drüsenbildung. Diese war an dem Embryomagen bereits erheblich weit entwickelt, indem zwischen dünnen Bindegewebssäulen einfach-tubulöse Drüsen sich ca. 200 μ tief in die Mucosa einsenkten. Eine Differenzierung der die Drüsenschläuche auskleidenden Cylinderepithelzellen ist auf dieser Stufe noch nicht ausgebildet. Unter der Drüsenschicht findet sich eine sehr dicke (über 1 mm), von Muskelfasern reich durchsetzte

Mucosa, dann eine 1 mm dicke Muscularis, die innen Ring-, außen Längsfasern besitzt.

Auf die erste Magenabteilung folgen acht äußerlich getrennte Kammern, die mit Ausnahme der zweiten, dorsal gelegenen Abteilung alle in der Ventralansicht zu sehen sind (cf. Taf. II, Fig. 28, wo sogar ein Stück der zweiten Kammer sichtbar), während in der Dorsalansicht des Magens (cf. Taf. II, Fig. 29) nur ein Teil der Kammern wahrgenommen werden kann. Die von Bouvier angeregte Frage, ob die Scheidewände der Compartimente des Embryo auch bereits so fest verwachsen seien, wie er es beim Erwachsenen gefunden, muß dahin beantwortet werden, daß dies allerdings der Fall ist und die Scheidewände durchaus einheitlich erscheinen.

Die zweite Abteilung ist dorsal gelegen und hängt mit dem ersten Magen durch einen ca. 3 mm langen, trichterförmigen Kanal zusammen. Die Kammer ist sehr schmal ($2^1/_2$ mm) und vom Orificium des ersten Magens aus 7 mm herabgesenkt. Die größte Ausdehnung dieser und der folgenden Abteilungen ist nicht von links nach rechts, sondern von vorn (proximal) nach hinten (distal), also ganz entsprechend dem Verhalten des ersten Magens. Eine Falte zieht der Länge nach durch diese Magenabteilung. Eine Grenze zwischen dem ersten und zweiten Magen ist an der Schleimhaut nicht zu sehen. Der zweite Magen ist wie der erste mit Cylinderepithel ausgekleidet, das zu tubulösen Drüsen ca. 475 μ eingesenkt ist. Diese Drüsen sind aber im Gegensatz zu denen des ersten Magens häufig auf der Mitte oder im unteren Drittel ihres Verlaufes gabelig verzweigt. Eine Differenzierung der Zellen ist nicht zu erkennen. Auch ist keine besondere Muscularis vorhanden, sondern drei bis fünf Muskelschichten sind in der Mucosa (die $1-1^1/_2$ mm dick ist) verteilt.

Die dritte Abteilung liegt ventral und ist in der Dorsalansicht gar nicht zu sehen; sie ist 4 mm weit und 9 mm lang. Eine relativ weite (2 mm weite) Oeffnung verbindet sie mit der vorigen Abteilung. Diese Oeffnung liegt nicht am Vorderende der Abteilung d. h. dem Diaphragma zugekehrt, wie dies bei dem Orificium der ersten in die zweite Abteilung der Fall war, sondern 3 mm unterhalb des Vorderendes. Zwischen der zweiten und dritten Abteilung befindet sich eine dicke Wand, wodurch ein Verbindungskanal von 2 mm Länge entsteht.

Die vierte Abteilung liegt ventral und ist dorsal nur wenig zu sehen; sie ist $2^1/_2$ mm weit und 9 mm lang. Die Oeff-

nung in die vorhergehende Kammer ist $2^1/_2$ mm weit und am Vorderende der Abteilung gelegen. Zwischen dem vierten und fünften Magen findet sich eine dicke Wand, wodurch ein Verbindungskanal von 2 mm Länge gebildet wird.

Die fünfte Abteilung ist nur in der Ventralansicht zu sehen; sie ist sehr schmal ($1^1/_2$ mm), aber ziemlich lang (10 mm). Das Orificium mit der vorhergehenden Kammer ist $2^1/_2$ mm weit und am Vorderende gelegen. Auch hier öffnet sich das Orificium in der 2 mm dicken Wand in einen Verbindungskanal mit der folgenden Kammer.

Die sechste Abteilung liegt ausschließlich ventral. Die Kommunikationsöffnung mit der vorhergehenden Kammer hat 2 mm Durchmesser. Wiewohl diese Abteilung äußerlich gegen die vorige genügend getrennt ist, ist dies innerlich nur unvollkommen der Fall, indem sich hier an der Grenze gegen die nächste Abteilung eine hohe Falte erhebt, die anscheinend die gegenüberliegende Wand noch nicht erreicht hat, so daß hier eine noch in der Entwickelung begriffene Kammerbildung vorliegt. Die sechste Abteilung ist keilförmig, $1^1/_2$ mm durchschnittlich breit und 7 mm hoch.

Die siebente Abteilung ist ventral und dorsal zu sehen, 7 mm lang und 2 mm weit; sie zeigt im Innern einige Querfalten.

Die achte Abteilung ist nur ventral zu sehen, 1 mm weit und 5 mm hoch. Die Wand zwischen dieser und der vorigen Kammer ist $1^1/_2$ mm dick, und das 2 mm weite Orificium central in der Scheidewand gelegen.

Im histologischen Verhalten stimmen die genannten Abteilungen mit dem zweiten Magen überein.

Die neunte Abteilung ist nächst der ersten die größte; sie kommt dorsal und ventral zur Ansicht und ist 14 mm hoch und ca. 7 mm bis zur Pylorusöffnung breit. Die gegen die vorige Kammer gerichtete Wand ist 2 mm dick und wird von einem Kommunikationskanal durchsetzt, der Längsfalten zeigt, 2 mm weit und central in der Scheidewand gelegen ist. Einige verhältnismäßig kräftige Falten durchziehen den Magen in seiner größten Ausdehnung. Die Pylorusöffnung liegt central in einer 2 mm dicken Wand und stellt einen Kanal mit Längsfältchen dar, der gerade weit genug ist, um eine Schweinsborste passieren zu lassen. Unterhalb des Pylorus ist ein ca. 7 mm tiefer Recessus gelegen. Die Schleimhaut zeigt einfach-tubulöse Drüsen, die ca. 280 μ tief

eingesenkt sind. Die übrige Mucosa ist von Muskelfasern durchzogen und fast 1 mm dick. Dann folgt hier aber im Gegensatz zu den vorigen Abteilungen eine besondere Muscularis von 400 μ Dicke, die zur Hälfte von Ringfasern, zur anderen von Längsfasern gebildet wird.

Aehnlich verhält sich auch die duodenale Ampulle, nur zeigt diese ungleich schwächere Muskulatur. Diese Erweiterung ist 9 mm an ihrem Ursprung weit, verjüngt sich dann trichterförmig bis zu einem Durchmesser von 3 mm. In einer Entfernung von ca. 10 mm vom pylorialen Anfang bleibt das Lumen der Ampulle sich gleich, während die duodenalen Längsfalten beginnen; dann beginnt die Verjüngung, zugleich mit einem feinen netzförmigen Faltenwerk der Schleimhaut, das sich auch noch in das Duodenum fortsetzt. 3 mm nach dem Beginn dieser Veränderung wird ein 1 mm breiter und ca. 7 mm langer Streifen sichtbar, dessen distales Ende mit einem ca. 1 mm langen uud sehr engen Schlitz endet. Dies ist die Ausmündung des Ductus pancreaticus. Die netzförmigen Falten beginnen schon 13 mm, bevor das Duodenum sich zu einem Durchmesser von 3 mm verengt.

Die Milz ist gelappt und im ganzen ca. 20 mm lang, dem ersten Magen rechts angelagert und ihn ein wenig eindrückend. Sie ist langgestreckt und hammerförmig, an der breitesten Stelle 9 mm, an der hinteren schmalen 2—3 mm breit. Ihre Dicke beträgt 2—4 mm. Die dem Magen angeschlossene Fläche ist flach, die andere gewölbt. Von der linken Seite her treten mehrfach Gefäße an die Milz heran. Die Lappen der Milz hängen in der Mitte zusammen; die beiden größeren werden an der Ventralseite sichtbar, während ein kleiner ausschließlich an der Dorsalfläche des ersten Magens liegt.

II. Magen des Embryo von 15,8 cm direkter Körperlänge.

Der Oesophagus liegt genau median, was bei dem größeren Embryo nicht der Fall war, und reicht, wie bei diesem, weit unter das Diaphragma herab. Erst nach einem Verlauf von 8 mm beginnt eine merkliche Erweiterung des Oesophagus. Der erste Magen weicht nur ein wenig nach links von der Richtung des Oesophagus ab. Von dem ersten Magen zieht ein ventralwärts erhobener Bogen von mehreren Kammern nach rechts

hinüber. Hinter der letzten und größten Kammer senkt sich ein verjüngter Teil dorsalwärts herab, um in den Darm überzugehen. — An der Hinterseite des ersten Magens liegt das Pankreas, welches bis zur duodenalen Ampulle hinüberreicht.

Der Oesophagus ist sehr weit und geht sehr allmählich in den ersten Magen über. Dieser schwillt bis zu seinem Fundus langsam an bis zu einer Dicke von 4 mm. Dann folgt, etwas vor dem Fundus beginnend, ein ventral gelegener und nach rechts sich wendender Bogen von acht äußerlich deutlich abgegrenzten Abteilungen. Der scharfe Absatz gegen den ersten Magen und andererseits gegen die duodenale Ampulle durch einen ringförmig tief eingeschnürten Pylorus lassen diese acht Abteilungen als ein einheitliches Ganzes erscheinen.

Die erste dieser acht Abteilungen und somit die zweite überhaupt liegt dorsal und ist ca. 2 mm hoch und 1 mm breit. Die dritte Abteilung steigt von hier ventralwärts, und gerade an der Umbiegungsstelle des pylorialen Bogens nach rechts liegt die kleine, keilförmige vierte Abteilung. Dann folgen drei ungefähr gleichgroße, ca. 2 mm hohe sphärische Abteilungen, die fünfte bis siebente Kammer, die genau wie bei dem älteren Embryo am weitesten ventralwärts vorspringen und dem Bogen das Aussehen einer Perlenschnur geben. Daran schließt sich die keilförmige achte Abteilung und dann die neunte, die nächst der ersten Abteilung die größte ist und mit ihrer Längsachse schräg gegen die der ersten Abteilung gestellt ist. Diese Längsachse beträgt 3 mm, die Querachse 2 mm.

Ein sehr scharf einschnürender Pylorus trennt diese Abteilung und somit den ganzen Magen von der duodenalen, trichterförmig sich verengenden Ampulle, die nicht so voluminös ist, wie die neunte Abteilung.

Das Rudiment der ersten, oesophagealen Abteilung.

An der Einmündungsstelle des Oesophagus in den ersten Magen liegt dorsal und links ein deutlich gegen den ersten Magen abgesetzter Bulbus, der in seiner größten Ausdehnung von der linken Seite aus zu sehen ist und 2 mm in der Breite und 3 mm in der Länge mißt. Die Eröffnung des Magens ergiebt, daß dieser Bulbus nicht nur von oesophagealem Epithel ausgekleidet ist, sondern daß auch die im Oesophagus längsverlaufenden Falten hier mäandrische Windungen an-

nehmen und somit eine dem ersten Magen der Delphiniden entsprechende Struktur zeigen.

Dieser Magen des 15,8 cm langen Hyperoodon entspricht somit derjenigen Magenbildung, die Weber als Uebergangsform von den nach seiner Meinung primitiven Ziphioiden zu den übrigen Cetaceen hypostasiert.

Zur Vergleichung mit diesem auf Taf. II, Fig. 30—32 abgebildeten Hyperoodon-Magen mag hier Weber's Abbildung und Auffassung jener hypothetischen Uebergangsform folgen:

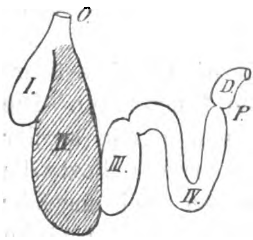


Fig. 7. Weber's Abbildung der hypothetischen Uebergangsform vom Magen der Ziphioiden zu dem der übrigen Cetaceen (Morpholog. Jahrbuch, Bd. 13, Leipzig 1888, S. 637 ff.).

I. Oesophagealer Bulbus als Anlage des dem Hyperoodon noch fehlenden ersten Magens (Weber) und als Rudiment des ersten Magens beim Embryo von 15,8 cm Länge. *II.* Erster Magen des Hyperoodon, entsprechend dem zweiten der übrigen Cetaceen (schraffiert). *III.* und *IV.* Die pyloriale Portion, beim Hyperoodon aus einer größeren Anzahl Kammern bestehend. *O.* Oesophagus. *P.* Pylorus. *D.* Duodenale Ampulle.

Schlußfolgerungen aus dem Befund eines oesophagealen Bulbus.

Es erscheint

1) dieser Bulbus des 15,8 cm langen Embryo als ein Rudiment des ersten oesophagealen Magens der übrigen Cetaceen;
2) die schräge Herabsenkung des Oesophagusepithels bei dem 55 cm langen Embryo und die an dieser Stelle plötzlich eintretende mäandrische Windung der Längsfalten des Oesophagus als ein Rudiment dieses Bulbus und somit gleichfalls als eine Hindeutung auf den verloren gegangenen ersten Cetaceen-Magen;
3) bestätigen diese Befunde an Embryonen den Befund Eschricht's an einem erwachsenen Wal, der einen ersten Magen zeigte, welcher von oesophagealem Epithel ausgekleidet war und in jeder Weise dem ersten Delphiniden-Magen entsprach (cf. S. 56).

Turner (1885) sieht in diesem Eschricht'schen Befund eine atavistische Erscheinung und somit in dem Fehlen des ersten Magens bei Hyperoodon eine Rückbildung. Im Grunde war dies

die einzig mögliche Deutung des Eschricht'schen Befundes; denn wäre jener erste Magen des von Eschricht untersuchten erwachsenen Hyperoodon kein Atavismus, so würde er eine gelegentliche Variation darstellen, die, dann und wann bei Hyperoodon auftretend, hier noch nicht zur allgemeinen Entwickelung gelangt, dagegen bei den in diesem Falle von Hyperoodon abzuleitenden übrigen Walen als notwendiges Organ konserviert und weitergebildet wird. Für Hyperoodon wäre dann dieser erste Magen nicht notwendig, da er — variationsweise entstehend — dennoch nicht allgemein von der Species ausgebildet wird. Diese Deutung indes muß zu Gunsten der ersteren zurücktreten,

1) weil darin die unmögliche Annahme liegt, daß überflüssige Organe sich fortgesetzt anlegen und auf den günstigen Augenblick warten, sich entwickeln zu können, und
2) weil die Befunde an Embryonen für den Atavismus entscheidend sind.

Somit stellt sich der Magen von Hyperoodon nicht als ein ursprünglicher dar, dem der erste oesophageale Magen noch fehlt, sondern als ein Magen, der diese Abteilung — von gelegentlichen atavistischen Erscheinungen abgesehen — nicht mehr besitzt.

Die Weite des Oesophagus, die Form des cardialen Magens und besonders die Art der Ausmündung desselben in den pylorialen Teil charakterisieren den Ziphioiden-Magen als echten Odontoceten-Magen, so daß er als ein hinsichtlich des ersten oesophagealen Magens rückgebildeter Odontoceten-Magen zu bezeichnen ist.

Eine solche Rückbildung, wie sie aus dem Vorstehenden für den ersten Magen festzustellen ist, kann bezüglich der übrigen Mägen nicht bemerkt werden. Der zweite Magen resp. der erste Magen des Hyperoodon hat Volumen und Lage wie der zweite Magen aller übrigen Cetaceen. Der pyloriale Teil hat sogar eine Weiterbildung erfahren, indem die Zahl seiner Kammern bedeutend vermehrt ist, worin vielleicht eine Art Kompensation gegen das Fehlen des ersten oesophagealen Magens zu sehen ist.

Uebereinstimmung des Hyperoodon-Magens mit dem der anderen bisher untersuchten Ziphioiden.

Diese Erscheinungen des Verlustes des oesophagealen Magens und der Vermehrung der pylorialen Kammern finden sich in

Uebereinstimmung mit Hyperoodon auch bei den übrigen bisher hieraufhin untersuchten Ziphioiden:

1) Bei Epiodon australe, bei dem BURMEISTER (1864 bis 1869) acht Mägen feststellt, die in einer Kurve angeordnet waren. Der erste Magen war in der Mitte eingeschnürt und zeigte gehirnartige Falten (cf. BURMEISTER's Abbildung pl. XVIII, fig. 4), während die folgenden Abteilungen mit glatter Mucosa versehen waren. Auffallenderweise war der achte Magen etwas größer als der erste.

2) Bei Mesoplodon (Micropteron) bidens, dem SOWERBY's Whale, wovon TURNER (1885 und 1889) zwei Exemplare untersuchte. Bei dem einen (1885) fand er zehn Magenabteilungen, in deren letzter sich durch eine von der Innenwand vorspringende Falte eine Neigung zur Teilung zeigte. Während der Oesophagus bei gänzlichem Mangel an Drüsen geschichtetes Plattenepithel aufwies, in das Corium-Papillen hineinragten, bot die erste Abteilung (entsprechend der zweiten der übrigen Cetaceen) verzweigt-tubulöse Drüsen vom Typus der Cardiadrüsen dar. Die Peptonzellen (Belegzellen HEIDENHAIN's) waren besser konserviert als die kleineren Hauptzellen, was TURNER auf eine antiseptische Wirkung der (Salzsäure produzierenden) Belegzellen zurückführt. — Die diesbezügliche mikroskopische Untersuchung TURNER's ist zugleich die erste, die an einem Ziphioiden-Magen vorgenommen wurde. — Bei dem anderen Exemplar (1889) konnte TURNER vierzehn Magenabteilungen zählen, deren erste oder Cardia-Magen in der Mitte eine Einschnürung zeigte, der innerlich eine vorspringende Mucosa-Platte entsprach. Die nachfolgenden zwölf Abteilungen, die den „intermediären Teil" bildeten, waren in Λ-förmiger Figur angeordnet und mit Ausnahme der zweiten Kammer ventral gelegen. Die vierzehnte und letzte Kammer zeigte, ähnlich wie bei dem vorigen Exemplar, die Anlage zu einer Einteilung in zwei Kammern.

Das Größenverhältnis aller dieser Kammern war ein gleiches wie bei Hyperoodon (cf. TURNER's Abbildung des Mesoplodon-Magens 1889).

Bei beiden Exemplaren von Mesoplodon zeigte sich eine Neigung der letzten Abteilung zu fortgesetzter Teilung, und bei dem einen Exemplar auch an der ersten Abteilung.

Der Unterschied in der Anzahl der Kammern (zehn und vierzehn) wird von TURNER vermutungsweise auf den frischeren Zustand des letzten Exemplars (1889) zurückgeführt. Nachdem

sich aber bei Hyperoodon ein individuelles Schwanken der Zahl der Magenabteilungen innerhalb gewisser Grenzen (sechs bis zehn) gezeigt hat, dürfte eine derartige Annahme auch hier nahe liegen.

3) Bei Ziphius, an dem SCOTT und PARKER (1890) zehn Magenabteilungen unterscheiden, deren erste mit gefalteter Mucosa ausgestattet und „durch eine quere Einschnürung unvollkommen in eine größere proximale und eine kleinere distale geteilt ist“. Die nachfolgenden Kammern sind mit glatter Mucosa versehen und, wie unter anderem die von den Autoren gegebene Abbildung lehrt, von ähnlichen Proportionen wie bei den schon genannten Ziphioiden. — Eine derartige Uebereinstimmung im makroskopischen Verhalten läßt auch eine solche im mikroskopischen Bau annehmen.

VII. Die Beziehung zwischen Form und Funktion des Cetaceen-Magens.

Wenn gefragt wird, mit welcher Ernährungsweise die Rückbildung des ersten oesophagealen Magens der Ziphioiden zusammenhängt, so muß zunächst festgestellt werden, an welche Ernährungsweise das Vorhandensein des ersten Magens geknüpft ist.

Die Hauptfunktionen des Magens sind:

I. Sekretion (und Sterilisation),

II. Nahrungsaufspeicherung,

III. Mechanische Funktion.

Nun ist beim ersten oesophagealen Cetaceen-Magen die sekretorische Thätigkeit ausgeschlossen, da keinerlei Drüsen vorhanden sind, während die Funktion der Nahrungsaufspeicherung wohl in Betracht kommt und eine gewisse Rolle spielt, wie aus der Größe und bedeutenden Expansionsfähigkeit zu schließen ist. Das auffälligste Beispiel für das Volumen dieses Magens führt ESCHRICHT an, der bei einer $7\frac{1}{2}$ m langen Orca einen ersten Magen von ca. 2 m Länge und 1,50 m Breite und darin dreizehn Phocaenen und fünfzehn Seehunde fand, deren Intaktheit (ausgenommen ein Seehund) übrigens zeigt, wie ausschließlich die Zähne dem Ergreifen der Beute, nicht dem Zerkleinern derselben angepaßt sind.

Diese Funktion der Nahrungsaufspeicherung kann aber nicht, obwohl dies mehrfach behauptet wird, die einzige Thätigkeit dieses

Magens sein, da die Speisereste stets mehr oder minder stark angedaut getroffen werden. Es muß daher auch eine verdauende Thätigkeit in irgend einer Form angenommen werden, und wenn diese nicht sekretorischer Art ist, so kommt hier nur die mechanische Funktion in Frage. Diese kann eine doppelte sein.

So werden durch die Peristaltik alle Speisen mit verdauendem Sekret gemengt. Als solche verdauende Sekrete kommen in Betracht: zunächst der Mundspeichel. Indes ist dessen Wirkung einerseits eine diastatische, was bei Carnivoren nicht in Frage kommt, andererseits ist seine Hauptfunktion eine mechanische: die Durchfeuchtung der Speise zwecks besseren Schluckens. Bei Wassertieren nun, bei denen die Nahrung infolge ihres hohen Wassergehaltes ohnehin schlüpfrig genug ist, sind die Speicheldrüsen gewöhnlich reduziert. Auch bei den Walen sind sie entweder gar nicht oder nur rudimentär gefunden worden, so daß hier als Sekret, welches in dem ersten Magen mit der Speise gemischt werden könnte, nur noch der Magensaft der zweiten Abteilung in Betracht käme. Dieser ist auch von vielen Autoren zur Erklärung der Andauung der Speisen im ersten Magen angenommen, obwohl sich einwenden läßt, daß die peristaltische Bewegung wohl Gegenstände aus dem ersten in den zweiten Magen, aber nicht umgekehrt befördern kann, also ein Ueberfließen des Magensaftes aus der zweiten in die erste Abteilung der Richtung der Peristaltik entgegenläuft. Auch müßte, wenn wirklich Magensaft aus dem zweiten Magen herausdränge, wie Cattaneo (1894) bemerkt, die Verdauung im ersten Magen weiter fortgeschritten sein, als wie sie bei der Eröffnung angetroffen wird. Außer der Mischung der Nahrung mit Sekreten kann eine mechanische Thätigkeit des Magens noch insofern stattfinden, als durch den bei der Peristaltik ausgeübten Druck der muskulösen Magenwände die Speisen zerkleinert werden.

Dies ist nun wohl die Hauptfunktion des ersten Cetaceenmagens, wofür besonders sprechen:

1) die Dicke seiner Wände, speciell der Muscularis;

2) die kräftigen, schon bei den kleinsten untersuchten Embryonen von Delphiniden so stark entwickelten Falten;

3) das dicke, beim erwachsenen Tiere verhornte, geschichtete Plattenepithel mit den zahlreichen zahnartigen Vorsprüngen in das Lumen.

In diesem Epithel fand Brümmer Stachel- und Riffzellen, des-

gleichen auch bei anderen Tieren. Sie dienen nach ihm durch ihre innige Verankerung zum Schutze gegen harte und rauhe Nahrung und zum Zerkleinern derselben (ähnlich auch DUTTENHOFER, 1832, und BERGMANN und LEUCKART, 1855). Es muß sogar eine Zerkleinerung im ersten Magen stattfinden, wenn man die Enge der Kommunikation zwischen erstem und zweitem Magen bedenkt, wie sie sich bei vielen Walen wenigstens (z. B. bei Phocaena) findet. Diese enge Kommunikation kann, wie bereits HOME (1814) bemerkt, nur breiige Nahrung hindurchlassen, eine Funktion, die noch verstärkt wird durch die reusenartig im ersten Magen um die Oeffnung aufgestellten Falten.

Daher ist der erste oesophageale Cetaceenmagen ein Kaumagen zu nennen, wie ihn auch BRÜMMER (1876) genannt hat. Vielleicht steht mit dieser Hauptthätigkeit des ersten Magens der gelegentliche Fund von Sand und Steinen im ersten Magen von Cetaceen in Verbindung. Auch bei der zuerst genannten und untersuchten Phocaena wurde häufig eine (cf. auch Kap. I) erhebliche Menge Sand gefunden, wobei indes nicht ausgeschlossen ist, daß dieser Sand durch gefressene Fische oder Crustaceen zufällig in den Magen gelangt sein kann. Ein sehr auffälliges Beispiel eines Steinfundes, bei dem der Gedanke an funktionelle Verwendung der Steine zum Zweck des besseren Zerreibens der Nahrung kaum auszuschließen ist, führt P. J. VAN BENEDEN (1860) an. Er fand im Magen eines erwachsenen Globicephalus Svinewa eine Anzahl Kieselsteine, deren größter 30 g wog. Sie waren zum Teil vor dem Verschlucken geglättet, aber teils „hatten sie augenscheinlich ihre Winkel durch die Reibung im Magen abgerundet". VAN BENEDEN erinnert hierbei an die Anwesenheit von Kieseln im Magen von Vögeln und Selachiern.

Die Notwendigkeit eines solchen Kaumagens wird am besten durch die Annahme eingesehen, daß die Ausbildung des ersten Magens im Zusammenhang mit der eigentümlichen Umbildung des Gebisses steht. Diese Umbildung ist eine doppelte: Homodontie und Multiplikation der Zähne. So geeignet das homodonte Gebiß zum Ergreifen der Beute ist, so ungeeignet ist es zum Kauen. Die Differenzierung des Gebisses und somit auch die Kaufunktion mußten verloren gehen infolge der schlüpfrigen Nahrung, die mit vielen und gleichartigen Zähnen erfaßt sein will. Dementsprechend ist auch der eine Faktor dieser Umbildung, die Homodontie, bei den Robben und den wasserbewohnenden Musteliden angedeutet. Außerdem kommen noch zwei

Momente in Betracht, die WEBER (1886) für den Ausfall der Kaubewegung anführt:

Die Kaumuskulatur konnte der excessiven Kiefervergrößerung nicht folgen, da diese schließlich ungeheure Muskeln erfordert haben würde, während die Kiefervergrößerung zur sicheren Erreichung der Beute notwendig wurde. Auch sind Kaubewegungen unter Wasser gar nicht möglich, daher die Pinnipedien (mit einziger Ausnahme von Trichechus) ihre Beute über Wasser kauen und verschlingen. Die auf hoher See lebenden Wale aber mußten die Kaubewegung dieses ihres Aufenthaltes wegen reduzieren, „um nicht gezwungen zu sein, jedesmal an die Oberfläche des Wassers zu kommen“.

Zum Kauen gehört ferner, wie BRÜMMER (1876) hervorhebt, eine sehr bewegliche Zunge, wie sie die Cetaceen nicht besitzen. — Da somit die Beutestücke ungekaut über die Zunge gleiten, ist auch das Schmecken aufgehoben, und dementsprechend sind die Papillen der Zunge reduziert und wenig differenziert.

Als Kompensation für den vollständigen Ausfall des Kauaktes bildete sich ein Kaumagen aus, der vom Oesophagus geliefert wurde.

In dieser Weise wird reduzierte Kaufunktion gewöhnlich durch den Magen kompensiert. Als bekanntestes Beispiel hierfür kann der Muskelmagen der insekten- und körnerfressenden Vögel, sowie der Krokodile angeführt werden, während die Schildkröten eine Ausnahme von dieser Regel bilden, indem bei ihnen weder Kaufunktion der Kiefer noch Kaumagen vorhanden ist, freilich auf Kosten der Verdauungsthätigkeit, die hier mangelhaft und langsam im Zusammenhang mit der geringen Lebensintensität ist. — Ein interessantes Beispiel für die Regel der Kompensation des Gebisses durch den Magen liefern auch einige Mammalien (cf. OPPEL, Ueber den Magen der Monotremen, einiger Marsupialier und von Manis javanica. — In den Denkschriften der Medizinisch-Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena, Bd. V, Jena 1896).

Von diesen kommen besonders in Betracht zunächst Echidna und Ornithorhynchus, in deren Magen sich geschichtetes Plattenepithel findet, welches sich auch noch bis in das Duodenum, in den Bereich der BRUNNER'schen Drüsen erstreckt. Der Magen selbst besitzt keine Drüsen. Aehnlich verhält sich Manis, in dessen Magen sich gleichfalls geschichtetes Plattenepithel findet und sogar eine mit Hornzähnen bewaffnete Platte, die aus ver-

dichteter Mucosa an der dorsalen Pyloruswand gebildet ist. Sie erinnert an die Hornplatten im Muskelmagen der Vögel, die aber aus dem Sekret der Magendrüsen hervorgegangen sind. Bei Manis persistieren die Drüsen in einer besonderen Tasche. Bei Myrmecophaga und den Bradypodiden findet sich eine zum Kauen eingerichtete stark muskulöse Pylorusregion, die bei den Bradypodiden als letzte Kammer des zusammengesetzten Magens mit geschichtetem, verhorntem Epithel ausgekleidet ist. Diese Verhältnisse, besonders die der Monotremen, erinnern außerordentlich an Cetaceen, jedoch sind nach den von Oppel angegebenen Kriterien zwei fundamentale Unterschiede zu konstatieren:

1) Das Plattenepithel reicht bei den Monotremen noch bis in das Duodenum, welches an den Brunner'schen Drüsen sicher erkannt werden kann.

2) Das Beuteljunge von Echidna zeigt Cylinderepithel im Magen und gleichzeitig geschichtetes Epithel im Oesophagus. — Folglich ist der Monotremen-Magen ein echter Magen, dessen ursprüngliches Cylinderepithel sich in geschichtetes Epithel umwandelt, während der erste Cetaceen-Magen ein accidenteller Magen ist, der von vornherein oesophageales Epithel trägt und auf frühen Stadien der Entwickelung sich auch ohne weiteres als eine oesophageale Dilatation darstellt, die Magenform annimmt.

Ueber eine weitere Funktion des Cetaceeen-Magens, speciell des ersten oesophagealen Magens ist hier noch zu handeln, nämlich über die von manchen Autoren vertretene Regurgitation.

Dieselbe wird in doppeltem Sinne aufgefaßt: einmal als ein Ausstoßen des Unverdauten nach Art des Gewölles der Eulen; alsdann wird dieser Prozeß aber auch mit der Rumination in Verbindung gebracht.

Ueber die Regurgitation in erstgenanntem Sinne handelt am ausführlichsten Cattaneo (1894). Es werden von ihm, und gelegentlich auch von anderen Autoren, wesentlich drei Argumente angeführt. Am häufigsten wird der Umstand geltend gemacht, daß im ersten Magen oft weiter nichts als macerierte Knochen gefunden wurden. Dies läßt sich aber nach dem Ausgeführten vielmehr so deuten, daß diese Organe am längsten der mechanisch verdauenden Einwirkung widerstehen, wie schon von Home (1807) bemerkt.

Alsdann wird von Cattaneo eine rings angeheftete und von einer Spalte durchbohrte, schräge Mucosa-Falte des ersten Magens

von Globicephalus als Argument für die Regurgitation angeführt. Cattaneo nennt diese Falte Diaphragma und nimmt an, daß die unverdauten Teile aus dem zweiten in den ersten Magen zurückkehren und hier, um nicht mit der frisch aufgenommenen Nahrung vermischt zu werden, hinter dem Diaphragma im distalen Teil des ersten Magens aufbewahrt werden. Und zwar werden sie vom zweiten Magen aus dadurch hinter das Diaphragma geschafft, daß durch Magenkontraktion ein Kontakt des Diaphragma-Risses mit der Oeffnung des zweiten Magens hergestellt wird. — Somit erscheint die vordere Sektion des ersten Magens als Reservoir für frische Nahrung, während die hintere Sektion sich als ein solches für die soliden, unverdauten Residuen darstellt. Von hier aus werden diese periodisch durch die Spalte des Diaphragma in den Oesophagus und somit aus dem Körper herausgeschafft.

Nun ist allerdings diese Falte auf andere Weise schwer zu deuten. Allein, wäre sie nur durch die Annahme der Regurgitation zu erklären und wäre diese eine allgemeine Funktion des ersten Magens, was Cattaneo nicht behauptet, worauf es aber bei der Frage nach der Bedeutung des ersten Magens ankommt, dann dürfte ihr Vorkommen kein so sporadisches sein, denn außer bei Globicephalus ist diese Falte nur noch gelegentlich bei Beluga und Delphinus beobachtet.

Möglicherweise ist dies Gebilde ein Residuum der Scheidewand zwischen dem oesophagealen Bulbus, aus dem der erste Magen sich bildet, und dem Divertikel, das von diesem Bulbus ventral- und distalwärts ausgestülpt wird. Diese Scheidewand ist bei den Phocaena-Embryonen (cf. S. 15) angedeutet und in viel stärkerer Ausbildung bei den Embryonen von Beluga, Monodon und Globicephalus beschrieben worden. Sollte dieses embryonale Gebilde gelegentlieh persistieren und mit dem Diaphragma Cattaneo's identisch sein, so gilt von ihm dasselbe, wie von manchen entwickelungsgeschichtlichen Residuen, beispielsweise dem menschlichen Coecum und Processus vermiformis, daß nämlich derartige Organe keine funktionelle Bedeutung zu haben brauchen.

Nahrungspartikel, die gelegentlich im Oesophagus, Pharynx und Maule gefunden wurden, können sicher nicht als Argumente für die Annahme einer periodischen Regurgitation gelten. So ist z. B. die häufig citierte Seehundshaut, die Eschricht zwischen den Zähnen einer Orca (cf. oben) fand, mit Unrecht in diesem Sinne verwendet worden, weil einerseits die Haut beim Verschlucken des Seehundes hier hängen geblieben und die Orca bald

danach gefangen sein kann; andererseits ist ein gelegentlicher Vomitus im Zusammenhang mit dem Fangen resp. der Tötung denkbar, wie denn auch daraus, daß bei Beluga und Globicephalus nach der Jagd stets nur wenig Mageninhalt gefunden wird, ESCHRICHT schließt, daß diese Tiere „das Vermögen haben, sich bei drohender Lebensgefahr der eingenommenen Nahrungsmittel überaus schnell zu entledigen". Dies wird bestätigt durch die von THOMAS ANDERSON (von TURNER 1891 citierte) beobachtete Erscheinung, daß man den Boden der flachen Bai, in der eine Schule von Globicephalus melas gejagt war, mit den noch unverdauten Mänteln von Cephalopoden bedeckt fand. Diese Beobachtung legt es nahe, anzunehmen, daß die Wale angesichts der Gefahr zwecks schnellerer und leichterer Flucht stark vomieren, ähnlich dem Hamster, der in gleicher Situation zu demselben Zwecke schleunigst die Backentaschen entleert.

BENNETT sah direkt, wie ein angegriffener Physeter einen Knochenfisch von sich gab. Für ein regelmäßiges Vomieren beim Gefangenwerden spricht auch die Beobachtung DAVID GRAY's, welcher erzählt: „wir fingen niemals einen (Hyperooden), aus dessen Maul nicht cuttle-fishes herausschwammen."

Dies alles zeigt, daß einmal das Vomieren mit dem Jagen und Fangen der Wale etwas zu thun hat, und jedenfalls nicht nur ein periodischer, normaler Akt ist, und daß andererseits nicht nur Unverdauliches, sondern auch Verdauliches, und sogar noch lebende, also eben erst aufgenommene Nahrung ausgespieen werden kann.

Auch dürfte das Unverdauliche, wenn es durch den ersten Magen regurgitiert würde, nicht mehr im Darm gefunden werden. Wenn die im Vorstehenden genannten Cephalopoden-Mäntel ihrer Schwerverdaulichkeit wegen ausgestoßen wären, so müßten Cephalopoden-Schnäbel erst recht ausgestoßen werden. Nun sind aber dergleichen Reste sogar noch im Vorderdarm des Physeter gefunden worden, desgleichen von VROLIK bei Hyperoodon und von TURNER bei Mesoplodon, die allerdings keinen oesophagealen Magen besitzen, aber durch diesen Befund zeigen, daß sie keine Regurgitation des Schwer- oder Unverdaulichen besitzen.

Eine Rumination vollends, wie sie gelegentlich für die Cetaceen behauptet worden, ist bei dem vollständigen Wegfall des Kauaktes, sowie bei der animalen Nahrung ausgeschlossen. Hierzu kommt noch der tiefgreifende morphologische Unterschied zwischen Cetaceen- und Ruminantienmagen, daß nämlich bei den Cetaceen

nur der erste Magen, bei den Ruminantien aber die drei ersten Mägen Plattenepithel tragen und drüsenlos sind. Da ferner die Wiederkäuer keinen Kaumagen besitzen — denn der relativ dünnhäutige Pansen ist zur Kaufunktion gänzlich ungeeignet — so entspricht bei ihnen das Wiederkäuen der Zerreibung der Nahrung im Muskelmagen (Duttenhofer, 1832), so daß Muskelmagen und Rumination sich einander ausschließen. Deshalb kommt gewissen Uebereinstimmungen zwischen den Mägen beider Gruppen — indem z. B. in den ersten Stadien der Entwickelung der erste Magen der größte, dann während des Saugens der Labmagen (der vierte der Wiederkäuer) resp. der Labdrüsenmagen (der zweite der Cetaceen) der voluminöseste und schließlich wieder der erste Magen der größte wird — keine tiefer greifende Bedeutung zu.

Schließlich spricht gegen Regurgitation vom zweiten in den ersten Magen, sowohl im Sinne von Rumination wie von Regurgitation des Unverdaulichen, die Enge des Kommunikationskanales zwischen zweitem und erstem Magen bei vielen Cetaceen; desgleichen die an der Mündung dieses Kanales in den ersten Magen aufgestellten, vorspringenden Falten, die sich so eng aneinander legen und den Kanal so dicht verschließen, daß sie „den Rücktritt der Speisen aus dem zweiten Magen in den ersten verhüten" (Cuvier).

An diese Erörterung der Bedeutung des ersten Magens kann die Frage nach der Komplikation des Cetaceenmagens überhaupt angeschlossen und dahin beantwortet werden, daß dessen Zusammensetzung aus mehreren Abteilungen die Funktion hat, die Nahrungsmittel länger im Magen zurückzuhalten, um andauernd auf sie einwirken zu können. Hierin würde demnach gleichfalls eine Kompensationserscheinung vorliegen (Weber). Aehnlich äußert sich auch Duttenhofer (1832), und ohne Annahme dieser Beziehung ist der zusammengesetzte Magen der carnivoren Cetaceen unverständlich, und „als besonders paradox in physiologischer Hinsicht erscheinend" (Bergmann und Leuckart, 1855).

Die physiologische Beziehung zur Rückbildung des ersten oesophagealen Magens der Ziphioiden.

Wären nun die Ziphioiden wirklich die ursprünglichsten Wale, und ihre Magenbildung die primitivste, so würde damit unzertrennlich die Forderung eines primitiven (d. h. möglichst differenzierten, heterodonten) Gebisses verbunden sein. Nun ist aber gerade bei den Ziphioiden, abgesehen von Monodon und den Mystacoceten, die

Reduktion des Gebisses am weitesten fortgeschritten, und wäre dementsprechend gerade hier eine Kompensation durch einen Kaumagen notwendig.

Wie die oben besprochenen morphologischen Befunde nun zeigen, hat eine solche Kompensation bei den Vorfahren der Ziphioiden auch geherrscht, ist aber verloren gegangen, und da zugleich eine entsprechende Aenderung des Gebisses nicht stattgefunden hat, müssen die Gründe des Verlustes des ersten Magens in der veränderten Nahrung gesucht werden.

Nun geben die Autoren übereinstimmend für die Ziphioiden, besonders für Hyperoodon — im Gegensatz zu den übrigen Cetaceen — eine fast exklusiv teuthophage Lebensweise an. Sowohl diejenigen Autoren, die einzelne Exemplare untersuchten, fanden wie Deslongchamps, Jacob, Vrolik und Eschricht Tausende von Cephalopodenschnäbeln und Augenlinsen neben unbedeutenden Residuen anderer Nahrung im Magen des Hyperoodon, als auch namentlich diejenigen Forscher, die eine größere Anzahl dieser Wale hieraufhin untersucht haben. So fand David Gray (1882) als ausschließliche Nahrung den cuttle-fish, und Kükenthal (1889) an 18 zwischen Ostgrönland und Spitzbergen erbeuteten Tieren „stets ungeheure Massen“ von Cephalopodenkiefern.

Wenn nun auch zur Verdauung des weichen Molluskengewebes keine besonderen mechanischen Leistungen (weder Zähne noch Kaumagen) nötig sind, so giebt es doch im Cephalopodenkörper auch resistentere Gebilde, wie die Schnäbel, Linsen und Rückenschulpe, die dem Sekret des ersten Magens trotzen, so daß sie einer längeren Einwirkung des Magensekretes ausgesetzt werden müssen. Daher fällt den pylorialen Kammern, die wahrscheinlich im Zusammenhang hiermit so auffallend in ihrer Zahl vermehrt sind, die weitere Verdauung zu, die häufig aber erst im Duodenum vollständig gelingt; denn selbst in diesem Teil des Darmes fanden Vrolik und Turner noch Cephalopodenschnäbel auf.

VIII. Nachtrag über Cetaceenmägen, die nicht an der Hand eigenen Materiales beschrieben werden konnten, auch in dieser Erörterung bis jetzt nicht erwähnt wurden, aber aus der Litteratur bekannt sind.

Außer den im Vorstehenden behandelten Cetaceenmägen sind noch einige andere bekannt aus Beschreibungen, die in der Regel nur dann verständlich und deutlich sind, wenn ihnen Abbildungen

beigegeben. Gute, meist mit vortrefflichen Abbildungen versehene Beschreibungen liegen vor von

1) Grampus,
2) Delphinus delphis,
3) Delphinus (Lagenorhynchus) albirostris,
4) Orcella brevirostris,
5) Platanista gangetica.

Bei Grampus griseus fand Fischer (1867) fünf Mägen, deren erster der größte und muskulöseste ist. Eine weite Oeffnung verbindet den ersten und zweiten Magen, auf den zwei kleine Abteilungen folgen, die denen des Globicephalus entsprechen. Dann findet sich ein cylindrischer fünfter Magen mit darauf folgender Ampulla duodenalis.

Murie (1871) nennt an einem jungen Exemplar von Grampus rissoanus nur vier Mägen, indem er die Verbindung zwischen dem zweiten und vierten (fünften der anderen Autoren) Magen als „enge trichterförmige Passage“ bezeichnet. — Der zweite und vierte Magen sind hier langgestreckter als bei Globicephalus. Die zusammengesetzte Milz ist an der rechten Fläche des ersten Magens befestigt, der an diesem jungen Exemplar etwas kleiner als der zweite war.

Turner (1891) konstatiert an zwei Exemplaren derselben Species gleichfalls fünf Mägen und findet auch große Aehnlichkeit zwischen diesem Magen und dem von Globicephalus. Die erste Abteilung ist bei weitem die größte und von oesophagealem Epithel ausgekleidet. Die zweite Abteilung ist fast sphärisch; die dritte ist die kleinste von allen und äußerlich sichtbar (im Gegensatz zu Globicephalus); die vierte Kammer ist orangegroß; der fünfte, langgestreckte Magen endet mit dem äußerlich durch eine scharfe Einschnürung markierten Pylorus. In die nun folgende Erweiterung mündet hier der Ductus hepato-pancreaticus (wiederum im Gegensatz zu Globicephalus), während die Milz mit Nebenmilzen an der Dorsalseite des ersten Magens befestigt ist.

Die erheblichen Verschiedenheiten in den Beschreibungen und Abbildungen des Magens von Delphinus delphis sind nur so zu erklären, daß dieser Delphin oft mit Delphinus (Lagenorhynchus) albirostris verwechselt, und dieser als Delphinus delphis beschrieben worden ist. Die Mägen dieser beiden Delphine sind nämlich recht verschieden. Aus der vergleichenden Beschreibung, die Turner (1889) von den Mägen beider Wale gegeben, geht hervor, daß die Beschreibungen von Home, Clark, sowie von Boulart

und PILLIET nicht dem Delphinus delphis, sondern albirostris gelten. Delphinus delphis, dessen Magen von TURNER abgebildet ist, hat fünf Mägen, die alle äußerlich sichtbar sind. Die erste Abteilung ist die größte und mit hornigem Epithel ausgestattet; die zweite zeigt longitudinale Falten mit verbindenden Querfalten; die dritte ist noch nicht walnußgroß und am proximalen Ende der zweiten Abteilung gelegen, hinter der dritten die walnußgroße vierte. Der fünfte röhrenförmige Magen geht in die kugelige Erweiterung des Duodenum über, in dessen cylindrische Verlängerung $^1/_2$ Zoll von dem Beginn derselben der Ductus hepato-pancreaticus am Ende einer der longitudinalen Falten des Duodenum mündet. Die Milz liegt am Rücken der ersten Abteilung.

Bei Delphinus (Lagenorhynchus) albirostris werden von allen Autoren vier Mägen gezählt. Nach HOME (1807) verbindet den ersten ovoiden Magen mit dem zweiten sphärischen Magen ein 3 Zoll langer Kanal, an dessen distalem Ende die Cuticula des ersten Magens endet. Die Mucosa des zweiten Magens zeigt das schon erwähnte „Honigwaben-Aussehen“ und weiche Leisten von drüsigem Bau im Gegensatz zu der glatten Mucosa des dritten Magens, der gleichfalls sphärisch ist und nur 2 Zoll im Durchmesser beträgt. Der cylindrische vierte Magen kommuniziert durch ein sehr enges Pylorus-Orificium mit der Ampulla duodenalis, wohinein der Ductus hepato-pancreaticus mündet.

CLARK (1876) giebt eine ganz ähnliche Beschreibung und Abbildung wie HOME. Auch er findet vier Mägen. Indes liegt der kleine dritte mehr distalwärts, als wie bei dem HOME'schen Exemplar, und erinnert in seiner Lage und der Art der Ein- und Ausmündung außerordentlich an die vierte Magenabteilung des Globicephalus.

Vier Mägen finden auch BOULART und PILLIET (1884) an ihrem Exemplar, das sie zwar Delphinus delphis nennen, dessen Magen sich aber nach Anzahl und Lage seiner Kammern als ein solcher von Delphinus albirostris erweist. Während der erste Magen mit verhorntem Epithel ausgestattet ist, enthält der zweite Magen Labdrüsen, die dem dritten und vierten Magen fehlen. Alles dies wird von WEBER (1887) bestätigt, nur den dritten Magen fand er mehr sphärisch als die früheren Autoren und den Anfang der vierten Abteilung kugelig angeschwollen. TURNER (1889), der außer einem erwachsenen Exemplar ein saugendes

Kalb untersuchte, fand gleichfalls vier Magenabteilungen. Die erste Abteilung zeigte geschichtetes Plattenepithel und war beim Erwachsenen viel größer als die zweite Abteilung, während diese beiden Abteilungen beim Kalbe ungefähr gleich groß waren, also ein Verhalten zeigten, wie seit RAPP bei den saugenden Delphiniden bekannt.

Bei Orcella brevirostris und Platanista gangetica fand ANDERSON (1868 und 1875) ganz ähnliche Verhältnisse wie bei Phocaena. Von erstgenanntem Delphin untersuchte er zwei Exemplare und fand hier drei Mägen, sowie einen Kanal zwischen der zweiten und dritten Abteilung, den TURNER 1885 für das Homologon des dritten Magens vom Porpoise hält, so daß auch Orcella vier Mägen besitzen würde. Die erste Abteilung ist mit hornigem Schuppenepithel versehen, während in den Drüsen der zweiten Belegzellen gefunden wurden. Der Kanal ANDERSON's resp. der dritte Magen nach TURNER ist nur 2 Zoll lang und der dritte Magen nach ANDERSON (der vierte Magen nach TURNER) in sich U-förmig zurückgebogen und auffallend kurz, was den Orcella-Magen von dem sonst sehr ähnlichen Phocaena-Magen unterscheidet. Nebenmilzen sind vorhanden. Die duodenale Ampulle kontrahiert sich plötzlich einen Zoll vor der Einmündung des Ductus hepato-pancreaticus.

Auch bei Platanista gangetica fand ANDERSON drei Mägen, sowie einen engen und kurzen Kanal zwischen dem zweiten und dritten Magen. Der erste Magen zeigt den üblichen Habitus: sehr starke Wände und gefaltete Mucosa, und zwar im Anfang Longitudinalfalten, die dann in cerebriforme Windungen übergehen und mit geschichtetem Plattenepithel überzogen sind. Der zweite Magen ist kleiner als der erste, aber länglicher als bei Orcella und somit dem der Phocaena noch ähnlicher. Seine Mucosa zeigt Cylinderepithel und verzweigt-tubulöse Drüsen mit großen ovoiden Belegzellen. Der dritte Magen, resp. der vierte, wenn man nach der Homologie mit Phocaena rechnet, zeigt hier merkwürdigerweise eine ellipsoide, nicht, wie gewöhnlich, eine darmförmige Gestalt, und ist mit Pylorusdrüsen ausgestattet. In einiger Entfernung von der voluminösen Ampulla duodenalis mündet in den cylindrischen Teil des Duodenum der Ductus hepato-pancreaticus. Die Milz ist klein und lappig.

Einen ähnlichen Bau scheint nach BURMEISTER (1867 und 1868) der Magen von Pontoporia Blainvillei zu besitzen. Physeter hat nach JACKSON (1845) — von TURNER citiert —

drei Mägen, während ihm POUCHET und BEAUREGARD (1889) vier zuschreiben. Nach ihnen ist der erste ein kugeliger oesophagealer „Kropf", dann folgt der eigentliche Magen, geteilt in einen cylindrischen Beutel, der den zweiten Magen bildet, und in zwei Pylorusmägen. Zwei duodenale Ampullen wurden hier gefunden, während die VATER'sche Papille sich erst im engen Teil des Duodenum befand.

Schluß.

So ähnlich die Mägen der verschiedenen Cetaceen auch untereinander sind, so giebt es doch mancherlei Verschiedenheiten zu verzeichnen.

Es fragt sich nun, ob und in welcher Weise sich diese verschiedenen Magenformen aufeinander beziehen lassen.

WEBER hat einen derartigen Versuch gemacht, indem er bei der Aufstellung seiner Entwickelungsreihe zwei Prinzipien aufstellt, nämlich das Größenverhältnis zwischen erstem und zweitem Magen und das Verhalten der proximalen Oeffnung des zweiten Magens zum Oesophagus.

Indem WEBER nämlich von der richtigen Anschauung ausgeht, daß der erste Magen ein sekundärer Erwerb der Cetaceen ist, den ihre landbewohnenden Vorfahren mit typischem Placentalien-Gebiß nicht besaßen, sieht er in den Ziphioiden, denen dieser erste Magen fehlt, die primitivsten Formen der Cetaceen. Von ihnen gelangt er über eine hypothetische Zwischenform (cf. Kap. VI) mit kleinem, beutelförmigem ersten Magen zu Globicephalus, bei dem erster und zweiter Magen nach ihm ungefähr gleich mächtig entwickelt sind, während Lagenorhynchus den Fall des extremen Uebergewichts der ersten Abteilung darstellt.

Andererseits kommuniziert der Oesophagus bei den Ziphioiden ausschließlich, bei der hypothetischen Zwischenform zwischen ihnen und den anderen Odontoceten fast ausschließlich mit dem zweiten Magen; bei Globicephalus ist die gleiche direkte Kommunikation des Oesophagus mit dem ersten und zweiten Magen vorhanden, während bei den übrigen die Mündung des zweiten Magens von der Cardia distalwärts fortrückt, um bei Lagenorhynchus wiederum einen extremen Grad zu erreichen. In den von WEBER (1888) gegebenen Schematen wird diese nach beiden Prinzipien aufgestellte Entwickelungsreihe veranschaulicht.

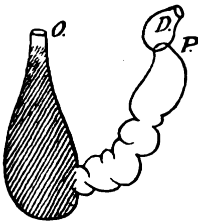


Fig. 8.

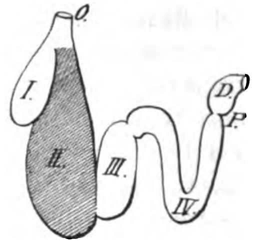


Fig. 9.

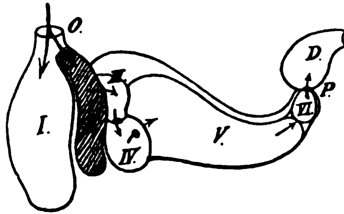


Fig. 10.

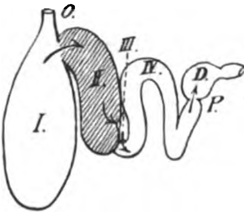


Fig. 11.

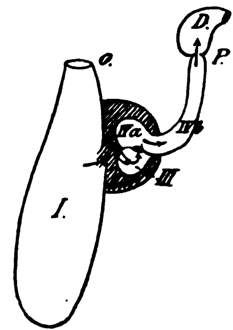


Fig. 12.

O Einmündung des Oesophagus, *P* Pylorus, *D* erweiterter Anfang des Duodenum, *I—IV* die verschiedenen Abteilungen des Magens. Die schraffierte ist die mit Pepsindrüsen ausgestattete. Die Pfeile deuten die Richtung an, in der sich die aufgenommene Nahrung fortbewegt. (Morpholog. Jahrbuch, Bd. 13, S. 650.)

Fig. 8. Magen von Hyperoodon.

Fig. 9. Weber's hypothetische Uebergangsform von den Ziphioiden zu den übrigen Cetaceen.

Fig. 10. Magen von Phocaena.

Fig. 11. Magen von Globicephalus (Weber nach Turner).

Fig. 12. Magen von Lagenorhynchus.

An dieser Entwickelungsreihe fällt zunächst das Fehlen eines Vertreters der Balaenopteriden auf, und doch ist gerade deren Magen für die Aufstellung einer Entwickelungsreihe von besonderer Wichtigkeit.

Odontoceten- und Mystacoceten-Magen.

Vergleicht man nämlich den Odontoceten- und Mystacoceten-Magen, wie er im Vorstehenden durch den Magen von Phocaena communis, Beluga, Monodon und Globicephalus einerseits und Balaenoptera musculus andererseits vertreten ist, so findet man neben weitgehenden Uebereinstimmungen tief greifende Verschiedenheiten.

Diese betreffen zunächst den Oesophagus, dessen außerordentliche Weite bei den Odontoceten gleich hinter der des Oesophagus der Fische rangiert. Auch mündet er bei diesen Walen auf dem proximalen Gipfel des ersten Magens und geht so allmählich in diesen über, daß eine Cardia nicht bestimmbar ist. Bei den Mystacoceten indes ist der Uebergang des Oesophagus in in den ersten Magen ein plötzlicher; auch findet er nicht am Gipfel des ersten Magens, sondern an dessen rechter Seite nahe dem proximalen Ende statt. Schließlich ist der Oesophagus hier eng und von gleichmäßigem Lumen.

Der Mystacoceten-Magen selbst unterscheidet sich von dem Odontoceten-Magen durch die mangelnde Schärfe der Abschnürung der einzelnen Abteilungen und durch das Größenverhältnis zwischen erstem und zweitem Magen. Während nämlich bei den Odontoceten in den frühesten Entwickelungsstadien, die bisher beobachtet wurden (11,4 cm), wie bei den erwachsenen Walen, der erste Magen der größte ist und nur in der Saugperiode gegen den zweiten zurücktritt, ist bei den Mystacoceten von den jüngsten hierauf untersuchten Stadien (8 Zoll) an der zweite Magen der größte, bei den Erwachsenen, wo der erste Magen sehr geräumig ist, wenigstens der längste.

Im Zusammenhang mit der mangelnden Schärfe der Abschnürung der einzelnen Abteilungen steht die Weite der Kommunikation bei den Mystacoceten. Dazu kommt noch bei diesen Walen die terminale und zugleich wandständige Stellung der Kommunikationen des echten Magens. Während nämlich bei den Mystacoceten das distale Ende einer vorhergehenden Abteilung mit dem proximalen einer nachfolgenden in Verbindung steht, sind bei den Odontoceten die Kommunikationen oft eng zusammengerückt; so ist z. B. bei Globicephalus die Mündung des dritten in den zweiten Magen der des ersten in den zweiten bedeutend angenähert. Wandständige Kommunikationen zwischen den Magenkammern kommen dadurch zustande, daß eine Querfalte sich nach der gegenüberliegenden Wand zu erhebt und so eine Teilung des Magens und zugleich eine Kommunikation der Teilungsprodukte herbeiführt. Derartige Oeffnungen finden sich im Odontoceten-Magen nicht mehr; hier sind stets vollständige Septa vorhanden und die Kommunikation in deren Centrum gerückt.

Auch hinsichtlich der Milz ist ein Unterschied vorhanden. Während dieselbe bei den Odontoceten an der Dorsalseite des ersten Magens liegt und meist eine große Zahl von Nebenmilzen

oder wenigstens Lappen zeigt, ist sie bei den Mystacoceten am distalen Ende des ersten Magens befestigt; Nebenmilzen sind hier niemals beobachtet worden, so daß hier die Milz stets ein einheitliches Organ darstellt.

Schließlich ist bezüglich des Ductus hepato-pancreaticus ein, wenn auch nicht durchgreifender, Unterschied zu bemerken; bei den Odontoceten nämlich mündet er meist (ausgenommen z. B. Globicephalus, cf.) in die duodenale Ampulle, bei den Mystacoceten aber distalwärts von dieser in das verengte Duodenum.

Betrachtet man diese Differenzpunkte, nämlich die Weite des Oesophagus, die Schärfe der Abschnürung der einzelnen Abteilungen, das Größenverhältnis zwischen erstem und zweitem Magen, das Verhalten der Kommunikationen des echten Magens, sowie das der Milz, so gewinnt man den Eindruck, daß der Mystacoceten-Magen weniger von dem gewöhnlichen Verhalten des Säugetiermagens abweicht, als der Odontoceten-Magen.

Der Ziphioiden-Magen.

Der Ziphioiden-Magen ist im Gegensatz zu dem aller übrigen Cetaceen ausgezeichnet durch das Fehlen des oesophagealen Kaumagens und die Vermehrung der pylorialen Kammern. Das Fehlen des Kaumagens ist kein ursprüngliches, sondern ein sekundäres, indem Embryonen Reste desselben zeigen, und zwar desto deutlicher, je jünger sie sind. Dementsprechend kommt ein echter Kaumagen gelegentlich atavistisch vor. Diese bei den Ziphioiden vollzogene Umbildung der Magenform hängt zusammen mit der exklusiv teuthophagen Lebensweise dieser Wale.

Da die Milz bei allen übrigen Cetaceen der Dorsalfläche des Kaumagens angelagert ist, und ein solcher hier fehlt, muß auch sie sich abweichend verhalten. Sie liegt am linken Rande des Labdrüsenmagens; wo indes der oesophageale erste Magen atavistisch persistiert, ist sie an diesem angeheftet und zeigt somit das bei den anderen Cetaceen herrschende Verhalten.

Hinsichtlich des Oesophagus und der Art und Weise der Kommunikationen zwischen den einzelnen Abteilungen zeigt sich der Ziphioiden-Magen als ein echter Odontoceten-Magen.

Der Delphiniden-Magen.

Ist die von Weber angegebene Entwickelungsreihe schon durch die gänzliche Vernachlässigung der Mystacoceten mangel-

haft, so sind andererseits auch die von ihm verwendeten Prinzipien nicht anwendbar.

Was das erstgenannte, nämlich das Größenverhältnis anbetrifft, so zeigt schon die im ersten Kapitel geschilderte Entwickelung des Magens von Phocaena, daß der erste Magen, der bereits beim 11,4 cm langen Embryo so bedeutend die anderen überwiegt, in seiner Größe für die Odontoceten etwas Ursprüngliches darstellt und daß somit auch eine phylogenetische Stufenfolge dieser Mägen mit zunehmendem Volumen des ersten Magens nicht existiert. Das von Weber angegebene Beispiel des Globicephalus-Magens beweist diesbezüglich nichts, denn die in seinem Schema dargestellten Verhältnisse zeigen den von Turner (1868) an einem jungen Exemplare gemachten Befund, für das die cänogenetischen Veränderungen des Labdrüsenmagens im Zusammenhang mit der Saugperiode in Frage kommen.

Der Befund Turner's entspricht demjenigen von Murie (1871) am jungen Grampus und von Rapp an der jungen Phocaena und dem jungen Delphin, sowie dem im ersten Kapitel am 55,9 cm langen Phocaena-Embryo beschriebenen Magen. Nun hat schon Rapp seinen Befund ausdrücklich mit dem Milchsaugen in Zusammenhang gebracht, und Duttenhofer wußte bereits, daß im Gegensatz hierzu der Magen des ganz jungen Embryo hinsichtlich des Größenverhältnisses von erstem und zweitem Magen dem des erwachsenen Tieres ähnlich ist, wie dies auch im ersten Kapitel an zwei Embryonen beschrieben wurde. Daher durfte Weber den Rapp'schen Befund nicht als palingenetisch betrachten und als Beweis für seine Hypothese der zunehmenden Größe des ersten Magens anführen.

Was speciell Globicephalus anbetrifft, so fand denn auch Murie beim erwachsenen Wal, ganz entsprechend dem Verhalten der erwachsenen Phocaena, den ersten Magen bei weitem am größten von allen Abteilungen. Ferner zeigte, genau wie bei Phocaena, der Magen des im vierten Kapitel beschriebenen Globicephalus-Embryo von 45,6 cm Länge ein entschiedenes Ueberwiegen des ersten Magens gegenüber dem zweiten, so daß auch Globicephalus für die Entwickelung im Weber'schen Sinne nicht benutzt werden kann.

Besonders aber verliert die Weber'sche Hypothese ihre Stütze durch den Nachweis, daß es sich in dem Hyperoodon-Magen, den Weber an die Spitze der ganzen Entwickelung stellt, um keine primitive Bildung handelt, sondern daß hier ein ver-

änderter Delphiniden-Magen vorliegt, dessen erste oesophageale Abteilung im Zusammenhang mit einer veränderten Nahrungswahl verloren gegangen ist.

Was das zweite Weber'sche Prinzip anbetrifft, so zeigt der Turner'sche junge Globicephalus allerdings eine auffallend direkte Kommunikation des zweiten Magens mit dem Oesophagus, was sich aber durch die eben angedeuteten Verhältnisse leicht erklärt und sich in Entwickelungsstadien, die nicht in den Bereich der Säugeperiode gehören, nicht findet. Murie giebt z. B. an, daß der Oesophagus eines 11 Fuß langen Exemplars von Globicephalus melas nur in die erste Magenkammer mündet. In Ermangelung einer Cardia oder irgend einer Grenze zwischen Oesophagus und erstem Magen bei den Odontoceten ist überhaupt von einer größeren oder geringeren Entfernung der proximalen Oeffnung des zweiten Magens von der Oesophagusmündung gar nicht zu reden. Vielmehr geht die proximale Oeffnung des zweiten Magens bei allen Odontoceten von einer Anschwellung aus, die nach Belieben als Oesophagus oder schon als erster Magen zu bezeichnen wäre, wenn nicht die Kapacität dieses Gebildes und manche, bei den einzelnen Mägen erörterte Umstände für die letztgenannte Bezeichnung sprächen. Aus dem Mangel eines präcisen Beginnes des ersten Magens resultieren die zahlreichen Widersprüche, indem die einen den Oesophagus nur in den ersten Magen, die anderen in diesen und zugleich in den zweiten Magen münden lassen. Nach dem Ausgeführten würde indes der zweite Magen überall und in ziemlich gleicher Weise allein mit dem ersten Magen kommunizieren.

Die Verschiedenheiten, die die Cetaceenmägen untereinander aufweisen, beziehen sich vielmehr auf andere Punkte, und es ist hier in erster Linie die Schärfe der Einschnürungen und die damit im Zusammenhang stehende Weite und Lage der Kommunikationen in Betracht zu ziehen. Durch einen Mangel an Schärfe zeichnen sich nun die Balaenopteriden aus und wären somit in dieser Hinsicht an den Anfang der Reihe zu stellen. Unter den Odontoceten herrscht indes darin eine große Uebereinstimmung, und es kommen in dieser Gruppe, außer der Reduktion der ersten Abteilung und der sekundären Vermehrung der distalen Kammerzahl bei den Ziphioiden, für die übrigen zwei weitere Punkte in Betracht; und zwar zunächst die Anzahl der Magenabteilungen. Diese kann nicht, wie Cuvier wollte, auf vier, oder nach Meckel auf drei normiert werden, sondern schwankt generell zwischen

drei bis fünf. Die zwischen der zweiten und letzten, fast ausnahmslos darmförmigen Abteilung gelegenen Kammern (intermediäre Abteilung der Autoren) nehmen nun insofern eine besondere Stellung ein, als sie bei Embryonen sämtlich als gesonderte Mägen äußerlich sichtbar sind, während dies bei den Erwachsenen großenteils nicht mehr der Fall ist; vielmehr zeigen sie hier ein relativ kleineres Volumen und werden im Laufe der Entwickelung in das Innere des Magens gezogen, derart, daß sie ihren Charakter einer besonderen Magenabteilung oft vollständig verlieren und bei Phocaena nur noch als Kanal fungieren. Aus dieser Rückbildung der intermediären Kammern während der individuellen Entwickelung folgt, daß die Mägen mit der größten Kammeranzahl die primitivsten sind.

Der zweite Punkt betrifft das Verhalten der Einmündung des dritten Magens in den zweiten. Während dies bei Balaenoptera in der distalen Verlängerung des zweiten Magens geschieht und bei einem Teil der Odontoceten in der Nähe des Fundus des zweiten Magens, findet die Einmündung bei anderen Zahnwalen in der Mitte der zweiten Abteilung oder noch weiter nach deren proximalem Ende zu statt.

Da der eigentliche Säugetiermagen einen erweiterten und histologisch specialisierten Darmabschnitt darstellt, so ist die ursprüngliche Magenform die des Schlauches. Wenn nun eine Komplikation des Magens eintritt und der Schlauch in mehrere Kammern zerfällt, so muß deren primitivste Form der Kommunikation die sein, daß das distale Ende der vorhergehenden Kammern mit dem proximalen der nachfolgenden in Verbindung steht. Demnach zeigen hinsichtlich der Kommunikation von zweitem und drittem Magen die Balaenopteriden das primitivste Verhalten.

Unter denjenigen Odontoceten, die nicht Ziphioiden sind, lassen sich indes bei Berücksichtigung der Kammernzahl und der Art der Einmündung des dritten Magens in den zweiten zwei Reihen in folgender Weise aufstellen:

I. Der dritte Magen mündet in der Nähe des Fundus des zweiten bei:

1) Beluga } mit fünf Mägen, deren dritter ellipsoid, deren
2) Monodon } vierter und fünfter darmförmig;
3) Grampus, mit fünf Mägen, deren dritter und vierter sphärisch, deren fünfter darmförmig;
4) Phocaena } mit vier Mägen, deren dritter kanalartig, deren
5) Orcella } vierter darmförmig;

6) Platanista, mit vier Mägen, deren dritter kanalartig und sehr kurz, deren vierter ovoid.

Hinsichtlich der Einmündung des dritten Magens (d. h. der ersten pylorialen Kammer) in den zweiten resp. ersten Magen gehören auch die Ziphioiden in diese Gruppe.

II. Der dritte Magen mündet in die Mitte der zweiten Abteilung oder ist noch weiter proximalwärts gelegen bei:

1) Delphinus delphis } mit fünf Mägen, die ähnliche Größen-
2) Globicephalus } verhältnisse wie bei Grampus zeigen.

Delphinus (Lagenorhynchus) albirostris mit vier Mägen steht in diesem Punkte in der Mitte zwischen beiden Reihen, indem die Lage der Mündung der dritten in die zweite Abteilung, sowie auch Größe und Form seines dritten Magens Schwankungen unterworfen sind.

Die Uebereinstimmung aller Cetaceen-Mägen.

Zunächst mögen als allen Cetaceen gemeinsam drei Punkte angeführt werden, die das Verhalten des Duodenum betreffen. Hierhin gehört zunächst die Ampulla duodenalis, die Anschwellung des Beginnes des Duodenum, alsdann das Fehlen der Cystis fellea und somit auch des Ductus cysticus, und schließlich die Vereinigung des Ductus hepaticus und Ductus pancreaticus seu Wirsungianus in der Substanz des Pankreas kurz vor dem Eintreten in das Duodenum.

Was den Magen selbst anbetrifft, so ist allen Walen zunächst die Multiplikation des Magens gemeinsam, wie denn bei den an der Hand eigenen Materiales beschriebenen Walen mindestens vier Mägen gefunden wurden. Aber auch die Art der Multiplikation ist die gleiche, indem die vier Abteilungen in einer Reihe angeordnet sind, was einen bemerkenswerten Unterschied zwischen dem Cetaceen-Magen und dem bekanntesten zusammengesetzten Magen, dem der Wiederkäuer, bildet. Diese beiden, allen Walen gemeinsamen Momente kommen noch den Mägen vieler anderen Tiere zu und sind keine Eigentümlichkeit der Cetaceen.

Das, was den Cetaceen-Magen vor allen anderen Mägen auszeichnet, ist die scharfe und eigentümliche Zweiteilung des echten (mit Cylinderepithel und Drüsen versehenen) Magens. Es ist nämlich die Fundusdrüsen- und Pylorusdrüsenzone nicht nur innerlich, sondern auch äußerlich derart geschieden, daß daraus verschiedene Mägen resultieren. Der zweite Magen

der Cetaceen ist der Labdrüsenmagen, da er Fundus- oder Labdrüsen besitzt, während alle nachfolgenden Schleimdrüsenmägen darstellen und Pylorusdrüsen zeigen. Es giebt mindestens zwei solcher Schleimdrüsenmägen, doch kann deren Anzahl bei den Ziphioiden eine sehr erhebliche werden und über zehn betragen (cf. Kap. 4). Diese Zweiteilung des echten Magens stellt den Cetaceen-Magen wiederum in scharfen Gegensatz zu dem Wiederkäuer-Magen. Denn dieser hat außer drei oesophagealen, von Plattenepithel ausgekleideten Abtheilungen (Rumen, Reticulum und Omasus) einen einheitlichen echten Magen, den Labmagen oder Abomasus, der — genau so wie der Magen des Menschen und aller übrigen Säugetiere — beide Drüsenformen enthält.

Die eigentümliche Zweiteilung des Cetaceen-Magens ist so charakteristisch für jeden Wal-Magen, daß dieser bei allen Verschiedenheiten, welche die Cetaceen-Mägen untereinander aufweisen, doch stets als solcher erkannt werden kann. Eine Zweiteilung des echten (nicht oesophagealen) Magens in Cardia- und Pylorusmagen ist als Kompensation für reduzierte Kaufunktion zwar noch weiter unter den Wirbeltieren verbreitet, aber in anderer Weise, als bei den Cetaceen. — So findet sich eine solche Zweiteilung z. B. bei den Vögeln und Krokodilen, indes sind hier die Drüsen auf den cardialen Teil beschränkt, der daher auch Drüsenmagen heißt, während der Pylorusmagen als Muskelmagen fungiert. Eine ähnliche Erscheinung findet sich unter den Mammalien bei den Bradypodiden, wo eine Scheidung in Fundusdrüsenregion und Pylorusmagen existiert, und dieser wie bei den Vögeln einen Kaumagen darstellt. Als solcher ist er mit starker Muscularis und geschichtetem, verhorntem Epithel versehen und drüsenlos.

Eine Magenteilung auf Grund stärkerer Differenzierung der Drüsenzonen findet sich außer bei den Walen zunächst noch bei Fischen und Cheloniern. So ist bei den Selachiern ein cardialer Magen mit Fundusdrüsen von einem pylorialen mit Schleimdrüsen innerlich und äußerlich scharf geschieden. Es existiert hier zwar keine Differenzierung der Zellen eines Schlauches in Haupt- und Belegzellen, wie bei den Mammalien, aber die Fundusdrüsen zeichnen sich vor den Pylorusdrüsen durch den Besitz von großen, gekörnten und sich stark färbenden Zellen der Drüsenfunden aus. Aehnliche Verhältnisse herrschen bei den Ganoiden; bei den Stören findet sich sogar am Ende der Pylorusregion ein länglich-runder Muskelmagen. Eine ganz entsprechende Teilung des Magens in Fundusdrüsen- und Pylorusdrüsen-Magen findet sich bei den Schildkröten.

Ist nun auch bei den genannten Gruppen eine Zweiteilung des Magens im Zusammenhang mit einer weitgehenden Differenzierung der Fundusdrüsen- und Pylorusdrüsen-Region vorhanden, so weichen diese Mägen von dem der Wale doch in zwei Punkten bedeutend ab: einmal nämlich durch das schon erwähnte Verhalten der Drüsenzellen selbst, alsdann durch den Mangel einer weiteren Teilung der Pylorusregion, wie sie bei den Cetaceen stets vorhanden ist.

Nun giebt es unter den Mammalien, abgesehen von den Cetaceen, noch zwei Fälle von Magenteilung auf Grund starker Differenzierung der Drüsenregion. Der eine Fall von vollständiger Trennung der Drüsenregionen betrifft die Bradypodiden. Die Drüsenregionen, um die es sich hier handelt, sind indes nicht Fundusdrüsen- und Pylorusdrüsen-Region, wie bei den Walen, sondern bei den Bradypodiden bildet eine auffallend mächtige Cardia-Drüsenregion einen besonderen Magen.

Eine Scheidung der Drüsenregionen in Labdrüsen- und Schleimdrüsen-Region und eine damit zusammenhängende Zweiteilung des ganzen Magens findet sich unter den Mammalien außer bei den Cetaceen nur noch bei den Sirenen.

Denn auch bei Manatus und Halicore findet sich nach Pilliet und Boulart (1895) eine scharfe Trennung von Fundus- und Pylorusdrüsen in Form zweier besonderen Mägen, deren letzter aber im Gegensatz zu dem der Cetaceen — abgesehen von zwei blindsackartigen Anhängen — nicht weiter geteilt ist.

Somit ist die allen Cetaceen ausnahmslos zukommende Zweiteilung des Magens in Labdrüsen-Magen und Schleimdrüsen-Region mit weiterer Gliederung dieser letzteren ein ausschließliches Merkmal der Cetaceen.

Alle angeführten Beispiele zeigen, bis zu welchem Grade der Uebereinstimmung die Konvergenz der Form im Zusammenhang mit gleichen oder ähnlichen Lebensbedingungen gehen kann; sie zeigen aber auch, wie trotz der Uebereinstimmung leicht das Differierende und somit die Konvergenz als solche festgestellt werden kann, indem eine annähernd totale Uebereinstimmung nur diejenigen Formen darbieten, die eine wirkliche Verwandtschaft zeigen.

Die citierte Litteratur des Cetaceen-Magens.

1) Tyson, Phocaena, or the Anatomy of a Porpess. London 1680.
2) Hunter, Observations on the structure and economy of Whales. Philosoph. Transact., 1787.
3) Lacepède, Histoire naturelle des Cétacés. Paris 1804.
4) Home, Observations on the Structure of the different Cavities, which constitute the Stomach of the Whale, compared with those of ruminating Animals, with a View to ascertain the Situation of the digestive Organs. Philosoph. Transact., 1807.
5) Cuvier, Vorlesungen über vergleichende Anatomie, übers. von Meckel, Leipzig 1810, Bd. 3.
6) Home, On the Stomachs of the Whale Tribe. Lectures on comparative Anatomy, Vol. I, London 1814.
7) Pierre Camper, Observations anatomiques 'sur la structure intérieure et le squelette de plusieurs espèces de Cétacés. Publiées par son fils, Adrien-Gilles Camper, Paris 1820.
8) Eichwald, Observationes nonnullae circa fabricam Delphini Phocaenae aetatis nondum provectae, a. 1822. Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg, T. IX, 1824.
9) Baer, Ueber Phocaena communis, in der Isis, 1826.
10) Lesson, Complètement des oeuvres de Buffon. T. I. Cétacés. Paris 1828.
11) Meckel, System der vergleichenden Anatomie, Bd. 4, Halle 1829.
12) Rapp, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Wallfische. Meckel's Archiv f. Anatomie nnd Physiologie, 1830.
13) Duttenhofer, Ueber die zusammengesetzten Mägen verschiedener Thiere. Inaugural-Dissertation, Tübingen 1832.
14) Carus und Otto, Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie, Heft 4, Leipzig 1835.
15) Mayer, Beiträge zur Anatomie des Delphins. Zeitschrift f. Physiologie, herausgeg. von Tiedemann und Treviranus, Bd. 5, Heidelberg und Leipzig 1835.

16) F. Cuvier, De l'histoire naturelle des Cétacés. Paris 1836.
17) Rapp, Die Cetaceen, zoologisch-anatomisch dargestellt. Stuttgart und Tübingen 1837.
18) Eudes-Deslongchamps, Remarques zoologiques et anatomiques sur l'Hyperoodon. Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie, Vol. VII, Paris 1842.
19) Stannius, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Berlin 1846.
20) Vrolik, Natuur- en Ontleedkundige Beschouwing van den Hyperoodon. Natuurkundige Verhandelingen van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem, 1848.
21) Eschricht, Untersuchungen über die nordischen Walltiere. Leipzig 1849.
22) Bergmann und Leuckart, Anatomisch-physiologische Uebersicht des Tierreichs, 1855.
23) Milne-Edwards, Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée de l'Home et des Animaux, Bd. 6, Paris 1860.
24) P. J. van Beneden, Recherches sur la faune littorale de Belgique. Cétacés. 1860.
25) Wymann, Description of a „White Fish" or „White Whale" (Beluga leucas Lesson). Boston Journal of Natural History, Vol. VII, No. 4, 1863.
26) Burmeister, Descripcion detallada del Epiodon australe. Anales del Museo Publico de Buenos Aires, Tomo I, Buenos Aires, 1864—1869.
27) Murie, On the anatomy of a Fin-Whale (Physalus antiquorum Gray). Proc. Zool. Soc., 1865.
28) F. E. Schulze, Epithel- und Drüsenzellen. Max Schultze's Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 3, Bonn 1867.
29) M. P. Fischer, Note sur un Cétacé (Grampus griseus), échoué sur les côtes de France. Annales des Sciences naturelles, 5. Série, VII, 1867.
30) Burmeister, Preliminary observations on the anatomy of Pontoporia Blainvillei. Proc. Zool. Soc., 1867.
31) Carte and Macalister, On the Anatomy of Balaenoptera rostrata. Philosoph. Transact., 1868.
32) Turner, A Contribution to the Anatomy of the Pilot Whale (Globicephalus Svinewal Lacepède). Journ. of Anatomy and Physiol., Vol. II, 1868.
33) — Further observations on the stomach of the Cetacea. Journ. of Anat. and Physiol., 1869.
34) Perrin, Notes on the Anatomy of Balaenoptera rostrata. Proc. Zool. Soc., 1870.
35) Murie, On Risso's Grampus, G. rissoanus. Journ. of Anat. and Physiol., Vol. V, 1871.
36) Flower, Lectures on the comparative anatomy of the organs of digestion of the Mammalia. Lecture X, p. 427. The Medical Times and Gazette, Vol. II, London 1872.

37) Huxley, Handbuch der Anatomie der Wirbeltiere. Breslau 1873.
38) Murie, On the organisation of the Caaing Whale (Globicephalus melas). Transact. Zool. Soc., Vol. VIII, 1873.
39) Clark, Notes on a Dolphin taken of the coast of Norfolk. Proc. Zool. Soc., 1876.
40) Brümmer, Anatomische und histologische Untersuchungen über den zusammengesetzten Magen verschiedener Säugetiere. Dissertation, Leipzig 1876.
41) Anderson, Account of the Zoological Results of the two expeditions to Western Yunnan in 1868 and 75, and a monograph of the two Cetacean genera, Platanista and Orcella. Anatomical and Zoological Researches, Vol. I, London 1878.
42) Watson and Young, The Anatomy of the northern Beluga (Delphinapterus leucas Pallas) compared with that of other Whales. Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh, Vol. XXIX, 1879.
43) David Gray, Notes on the Charakters and Habits of the Bottlenose Whale (Hyperoodon rostratus). Proc. Zool. Soc., 1882.
44) Cleland, Notes on the viscera of the Porpoise (Phocaena communis) and White-Beaked Dolphin (Delphinus albirostris). Journal of Anat. and Physiol., Vol. XVIII, 1884.
45) Boulart et Pilliet, Note sur l'Estomac du Dauphin. Journal de l'anatomie et de la physiologie, Paris 1884.
46) Turner, The Anatomy of a second specimen of Sowerby's Whale (Mesoplodon bidens), from Shetland. Journal of Anat. and Physiol., Vol. XX, 1885.
47) Weber, Studien über Säugetiere. Jena 1886.
48) — Ueber Lagenorhynchus albirostris Gray. Tijdschrift der Ned. Dierkundige Vereeniging, 1887.
49) — Anatomisches über Cetaceen. Morpholog. Jahrb., Bd. 13, Leipzig 1888.
50) Woodhead and Gray, On the Stomach of the Narwhal. Proc. of the Royal Soc. of Edinburgh, Vol. XVI, 1888—89.
51) Turner, Additional observations on the stomach in the Ziphioid and Delphinoid-Whales. Journ. of Anat. and Physiol., Vol. XXIII, 1889.
52) Kükenthal, Einige Notizen über Hyperoodon rostratus Lilljeborg und Beluga leucas Gray. Archiv für Naturgeschichte, gegründet von Wiegmann, 55. Jahrg., Bd. 1, Berlin 1889.
53) Bouvier, Les Cétacés souffleurs. École supérieure de Pharmacie de Paris. Lille 1889.
54) Pouchet et Beauregard, Sur l'estomac du Cachalot. Comptes rendus des Séances et Mémoires de la Société de Biologie, Série IX, Tom. I, Paris 1889.
55) Woodhead and Gray, The Stomach of the Narwhal. The Bearing of its Histology on Turner's and Max Weber's Nomenclature of the Ziphioid and Delphinoid-Whales. Journ. of Anat. and Physiol., Vol. XXIV, 1890.

56) Scott and Parker, On a specimen of Ziphius recently obtained near Dunedin 1887. Transact. Zool. Soc. London, Vol. XII, 1890.
57) Turner, Notes on some of the viscera of Risso's Dolphin (Grampus griseus). Journ. of Anat. and Physiol., Vol. XXVI, 1891.
58) Pilliet, Note sur la structure de l'estomac des Cétacés. Comptes rendus des Séances et Mémoires de la Société de Biologie, Série IX, Tome III, Paris 1891.
59) Bouvier, Quelques caractères anatomiques de l'Hyperoodon rostratus. Comp. Rend. Acad., Vol. CXIII, 1891.
60) — Observations anatomiques sur l'Hyperoodon rostratus. Annales des sciences naturelles. Zoologie et Paléontol., Tome XIII, Paris 1892.
61) Turner, The Lesser Rorqual (Balaenoptera rostrata) in the Scottish Seas, with Observations on its Anatomy. Proc. Soc. of Edinburgh, 1892.
62) G. Cattaneo, Sullo stomaco del Globicephalus Svineval Flow e sulla digestione gastrica nei Delfinidi. Atti soc. ligust. sc. nat., Vol. V, 1894.
63) Pilliet et Boulart, L'estomac des Cétacés. Journ. de l'anat. et de la physiol., Année XXXI, No. 3, 1895.

Figurenerklärung.

A. Durchgehende Figurenbezeichnung.

o Oesophagus.
I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX die Magenabteilungen.
I, b erster Magen, Bulbus.
I, d erster Magen, Diverticulum.
I, o erster oesophagealer Magen.
o I Mündung in den ersten Magen.
o II Mündung in den zweiten Magen.
o III Mündung in den dritten Magen.
o IV Mündung in den vierten Magen.
G I—II Epithelgrenze zwischen erstem und zweitem Magen.
G II—III Grenze zwischen zweitem und drittem Magen.
G III—IV Grenze zwischen drittem und viertem Magen.

H Herabsenkung des oesophagealen Epithels, indem zugleich die oesophagealen Längsfalten mäandrische Windung annehmen.
c. c Kommunikationskanal zwischen erstem und zweitem Magen.
o. c. c Oeffnungen desselben Kommunikationskanals.
c. b. et di Kommunikationsöffnung zwischen Bulbus und Diverticulum des ersten Magens.
s Sulcus zwischen Bulbus und Diverticulum.
d. V Dilatation des fünften Magen.
p Pylorus.
a. d Ampulla duodenalis.
a. d. II nochmalige Anschwellung des Duodenum.
d Duodenum.
p. V Papilla Vateri.
d. hp Ductus hepato-pancreaticus.
sp Splen.
pa Pankreas.
di Diaphragma.
f. di Fläche, die dem Diaphragma angewachsen.
o. m Omentum majus.
r Niere.
i Darm.
i. e Enddarm.
m. i. e Mesenterium des Enddarms.
f. u Funiculus umbilicalis.

B. Die einzelnen Figuren.

Tafel I.

Fig. 1. Magen einer ♀ Phocaena communis von 1,60 m Rückenlänge. In frischem Zustande aufgeblasen u. $^1/_4$ nat. Gr.

Fig. 2. Phocaena communis. Embryo von 55,9 cm Rückenlänge; erster Magen, ventral geöffnet. Nat. Gr.

Fig. 3. Dorsalansicht desselben Magens; zweiter bis vierter Magen zum Teil geöffnet.

Fig. 4. Phocaena communis, Embryo von 13,4 cm Rückenlänge. Magen dorsal und von links gesehen. Nat. Gr.

Fig. 5. Derselbe Magen, ventral und von rechts gesehen. Nat. Gr.

Fig. 6. Derselbe Magen; zweite bis vierte Abteilung abgeschnitten.

Fig. 7. Derselbe Magen; zweite Abteilung geöffnet, so daß man in die dritte und vierte Abteilung sieht.

Fig. 8. Phocaena communis, Embryo von 11,4 cm Rückenlänge. Dorsalansicht. Doppelte Größe.

Fig. 9. Derselbe Magen. Ventralansicht. Doppelte Größe.

Fig. 10. Beluga leucas, Embryo von ca. 30 cm Länge. Ventralansicht. Nat. Gr.

Fig. 11. Derselbe Magen. Dorsalansicht. Nat. Gr.

Fig. 12. Derselbe Magen in Dorsalansicht und nat. Gr. Oesophagus und oesophagealer Bulbus des ersten Magens geöffnet, während das oesophageale Diverticulum des ersten Magens uneröffnet ist. Der fünfte Magen ist durchtrennt, so daß Pylorus und duodenale Ampulle fehlen.

Fig. 13. Beluga leucas, Embryo von 25 cm Länge. Ventralansicht. Nat. Gr.

Fig. 14. Derselbe Magen. Dorsalansicht. Nat. Gr.

Fig. 15. Beluga leucas, Embryo von ungefähr 25 cm Länge. Ventralansicht. Nat. Gr.

Fig. 16. Derselbe Magen. Dorsalansicht. Nat. Gr.

Fig. 17. Monodon monoceros, Embryo von 22 cm Länge. Ventralansicht des Magens. Nat. Gr.

Fig. 18. Derselbe Magen in Dorsalansicht. Nat. Gr.

Fig. 19. Globicephalus melas, Embryo von 45,6 cm Rückenlänge. Magen in situ. Nat. Gr.

Fig. 20. Derselbe Magen, herausgenommen und ventral und von links gesehen. Nat. Gr.

Fig. 21. Derselbe Magen, dorsal und von rechts gesehen. Nat. Gr.

Tafel II.

Fig. 22. Balaenoptera musculus, Embryo von 122 cm direkter Körperlänge. Situs der Baucheingeweide nach Entfernung der Leber. $^1/_2$ nat. Gr.

Fig. 23. Balaenoptera musculus, Embryo von 104 cm direkter Körperlänge. Magen dorsal und von links gesehen.

Fig. 24. Balaenoptera musculus, Embryo von 63 cm direkter Körperlänge. Dorsalansicht, die distalen Partien nach links geschlagen. Nat. Gr.

Fig. 25. Ventralansicht desselben Magens. Der erste Magen nach links hervorgezogen, die distalen Partien nach rechts gebogen, um den dritten Magen in seiner ganzen Ausdehnung zu zeigen.

Fig. 26. Hyperoodon rostratus, Embryo von 55 cm direkter Körperlänge. Magen in situ. $^3/_4$ nat. Gr.

Fig. 27. Erster Magen desselben Embryos, ventral geöffnet, so daß das Innere der Dorsalwand sichtbar ist. Nat. Gr.

Fig. 28. Magen desselben Embryos in Ventralansicht mit hervorgezogenem Pylorusteil. Nat. Gr.

Fig. 29. Magen desselben Embryos in Dorsalansicht. Duodenaler Teil nach rechts geschlagen. Nat. Gr.

Fig. 30. Hyperoodon rostratus, Embryo von 15,8 cm direkter Körperlänge. Ventralansicht des Magens. 4 nat. Gr.

Fig. 31. Dorsalansicht desselben Magens. 4 nat. Gr.

Fig. 32. Derselbe Magen, von links gesehen. 4 nat. Gr.

Untersuchungen über die Veränderungen, welche die Respirationsorgane der Säugetiere durch die Anpassung an das Leben im Wasser erlitten haben.

Von

Otto Müller.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Jena.)

Mit Tafel III—VI.

Seitdem HAECKEL in seiner „Generellen Morphologie der Organismen" darauf aufmerksam gemacht hat, welche weitgehende Bedeutung die Anpassungserscheinungen für die Stammesgeschichte besitzen, gehört das Studium dieser Erscheinungen zu den interessantesten und bevorzugtesten. Die relativ erheblichen Schwierigkeiten, welche sich derartigen Untersuchungen entgegenstellen, erklären es zur Genüge, daß wir eine gründlichere Kenntnis dieser biologischen Verhältnisse bisher nur von den niederen Ordnungen besitzen. Am wenigsten sind ohne Zweifel die Säugetiere berücksichtigt worden, und von den speciell angepaßten Formen derselben hatten sich eigentlich nur diejenigen eines größeren Interesses zu erfreuen, welche sich dem Wasserleben mehr oder weniger ergeben haben. Die Umformungen, welche dadurch herbeigeführt wurden, sind schon an verschiedenen Organsystemen, so besonders durch KÜKENTHAL[1]), eingehend studiert worden, doch sind noch nicht alle Organe in den Kreis der Untersuchungen einbezogen worden. Zweck der vorliegenden Untersuchungen ist, das Respirationssystem auf seine Anpassung an das Leben im

---

1) KÜKENTHAL, Vergl.-anat. und entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen an Waltieren, Jena 1889 und 1893.

Wasser zu untersuchen. Einzelne Teile desselben, wie die Nase und der Kehlkopf, die bereits durch KÜKENTHAL [1]) resp. DUBOIS [2]) eine gründliche Bearbeitung gefunden haben, konnten von vornherein ausgeschaltet werden, so daß sich mein Augenmerk hauptsächlich auf die Lungen zu richten hatte.

Der Gang meiner Untersuchungen gestaltete sich so, daß ich zuerst die Wale untersuchte, von denen ich hoffen durfte, daß sie die Veränderungen am deutlichsten zeigen würden. Ich suchte bei einzelnen Zahn- wie Bartenwalen die anatomischen Verhältnisse festzustellen und gleichzeitig besonders die Beziehungen der Lungen zu dem Thorakalraum, den Rippen und dem Brustbein einerseits, dem Zwerchfell andererseits. Daneben untersuchte ich, soweit es das Material gestattete, die Entwickelung der Lungen. Auf Grund dieser Befunde habe ich dann versucht, festzustellen, welchen Einfluß die veränderte Lebensweise im Wasser auf die Respirationsorgane ausgeübt hat.

Durch Heranziehung anderer Wassersäugetiere, des Seehundes, der Seeotter und der Fischotter, und durch Vergleichung derselben mit den nächsten landbewohnenden Verwandten habe ich dann meine Ansicht gestützt.

Bis vor kurzer Zeit sind die Lungen der Säugetiere sehr stiefmütterlich behandelt worden, und erst neuere Arbeiten, so von RUGE [3]) und TANJA [4]), sowie AEBY [5]) bezw. NARATH [6]), haben neue und wichtige Gesichtspunkte gebracht und sind mir daher für meine Untersuchungen vorbildlich geworden.

An Material stand mir ein Teil der wertvollen Sammlung des Herrn Prof. KÜKENTHAL zur Verfügung, und zwar waren es größere wie kleinere Embryonen, sowie Schnittserien durch ver-

---

1) l. c. Teil II, p. 322—347.

2) DUBOIS, Ueber den Larynx der Cetaceen, in WEBER, Studien über Säugetiere, Jena 1886, S. 88—111.

3) RUGE, 1. Der Verkürzungsprozeß am Rumpfe der Halbaffen. Morphol. Jahrb., Bd. 18, S. 185—323. — 2. Die Grenzlinien der Pleurasäcke und die Lagerung des Herzens bei den Primaten. Morphol. Jahrb., Bd. 19, 1891, S. 149—249.

4) TANJA, Ueber die Grenzen der Pleurahöhle bei den Primaten und einigen anderen Säugetieren. Morphol. Jahrb., Bd. 17, 1891.

5) AEBY, Der Bronchialbaum des Menschen und der Säugetiere. Leipzig 1880.

6) NARATH, Die Entwickelung der Lunge von Echidna aculeata, in SEMON, Zool. Forschungsreisen in Australien, Bd. 2, 1896, Lief. 3.

schiedene Wale. Ferner wurden mir auch 4 erwachsene frische Exemplare von Phocaena communis zur Verfügung gestellt.

Von Zahnwalen untersuchte ich zunächst 3 Phocaena-Embryonen. Der größte hatte eine direkte Körperlänge von 53 cm, der kleinste von 7,1 cm. Von dem dritten, der 13,4 cm über den Rücken maß, stand mir nur die Brustregion zur Verfügung.

Von Beluga leucas gelangten 3 Exemplare zur Untersuchung, ein kleinerer von 5,6 cm Länge, in eine tadellose Schnittserie zerlegt, und 2 größere von 24 bezw. 29 cm direkter Körperlänge.

Meine Untersuchungen über Hyperoodon rostratus sind an einem Embryo von 55 cm Länge vorgenommen worden.

Von Bartenwalen untersuchte ich 2 Embryonen von Balaenoptera musculus von 59 cm und 104 cm direkter Länge.

Schließlich konnte ich noch lückenlose Schnittserien durch einen Embryo von Delphinus, von Monodon monoceros und Balaenoptera rostrata zum Vergleich heranziehen.

Von temporären Wassersäugetieren gelangten 5 zur Untersuchung. Durch gütige Vermittelung des Herrn Dr. Hartlaub auf Helgoland kam ich in den Besitz zweier Seehunde, Phoca vitulina, von denen einer eine Länge von 104 cm hatte, während ich von dem zweiten, der kaum ein paar Tage alt sein mochte, die Länge nicht genau angeben kann, weil der Schädel zertrümmert war. Eine Seeotter, Enhydra marina, einen ausgetragenen Fötus von 34 cm Länge, stellte mir das Hamburger Museum auf Veranlassung des Herrn Dr. Pfeffer freundlichst zur Verfügung, und zwei weibliche Fischottern, Lutra vulgaris, verdanke ich den liebenswürdigen Bemühungen des Herrn Oberinspektor Schultze in Jena.

Es sei mir gestattet, allen Herren, die mich mit Material unterstützten, hier meinen verbindlichsten Dank zu sagen. Vor allem aber drängt es mich, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Kükenthal für die Ueberlassung des so wertvollen Materials sowohl als auch für die mir in reichem Maße erwiesene Anregung und für das Interesse bei Anfertigung dieser Arbeit meinen tiefgefühlten Dank zu sagen. Endlich möchte ich nicht unterlassen, Herrn Schüttauf in Jena von dem Hause C. Zeiss, der mir in freundlicher Weise vortreffliche Photographien von einigen Bronchialbäumen herstellte, bestens dafür zu danken.

1. Teil.

I. Untersuchungen über die äussere Gestalt der Lungen.

Specialuntersuchungen.

A. Waltiere.

I. Phocaena communis Less.

Obwohl der Braunfisch in hohem Maße unser Interesse verdient, dazu nicht selten und verhältnismäßig leicht einer Untersuchung zugänglich ist, besitzen wir heute noch keine gründliche Kenntnis von seinem anatomischen Bau. Ganz besonders trifft dies für die Lungen zu. Die wenigen Angaben, welche sich in der Litteratur finden, sind meist ungenau und lückenhaft. Ich entschloß mich daher, eine Neuuntersuchung vorzunehmen.

Von den 3 frischen Exemplaren, welche ich zunächst untersuchte, besaß das größte eine direkte Körperlänge von 126 cm, das zweite maß 116 cm und das dritte 105 cm. Alle drei waren weiblichen Geschlechts.

Von dem Gedanken ausgehend, daß wir eine richtige Vorstellung von der Gestalt der Lungen nur dann gewinnen können, wenn wir den Raum, in den sie eingebettet sind, in seiner Gestalt und Ausdehnung gründlich kennen gelernt haben, untersuchte ich in erster Linie den Brustkorb. Ich habe zu diesem Zwecke an den frischen Exemplaren sowohl, wie an den größeren Embryonen eine Präparation des Thorax vorgenommen, indem ich Speckschicht und Muskulatur vorsichtig von den Brustwänden herunterpräparierte. Von der Zwischenrippenmuskulatur ließ ich nur kleine Brücken zwischen je zwei aufeinander folgenden Rippen stehen, um eine Verschiebung der letzteren gegeneinander zu verhindern. Neben einer genauen Betrachtung der knöchernen Grundlage des Thorax war mir auf diese Weise vor allem möglich, die Lage der Eingeweide zu studieren und ihre Beziehungen zum Brustkorbe festzustellen.

Der Thorax der erwachsenen Braunfische zeigt die Gestalt eines abgestumpften Kegels. Von der Brustapertur aus, die eine verhältnismäßig große, fast kreisrunde Oeffnung darstellt, nimmt der Brustkorb allmählich an Umfang zu und erreicht in Höhe der 5. Rippe seine größte Weite. Von da ab flachen sich die seitlichen Brustwandungen etwas ab.

An der Brustapertur sowohl, wie unmittelbar vor dem Zwerchfell, dem Punkt, wo Höhen- und Transversaldurchmesser die größte Länge erreichen, übertrifft der Querdurchmesser den Höhendurchmesser an Größe.

Von der knöchernen Grundlage des Brustkorbes interessiert uns zunächst die Wirbelsäule. Neben einer ansehnlichen dorsalwärts konvexen Krümmung, die besonders die Brustportion betrifft, finden wir merkwürdigerweise, daß die einzelnen Wirbel eine außerordentlich verschiedene Größe zeigen; nicht einmal die Brustwirbel unter sich sind von ähnlicher Länge. Wie FLOWER[1]) sehr treffend bemerkt, sind im vorderen Teile der Brustregion die Wirbelkörper nur kurz, werden aber weiter nach hinten mehr oder weniger verlängert und cylindrisch. Ich führe in der beifolgenden Tabelle die Maße der einzelnen Brustwirbel an und gleichzeitig die der einzelnen Zwischenwirbelscheiben. Wie wir uns dann leicht überzeugen können, folgen auch diese dem Beispiele der Wirbel und nehmen, je weiter wir nach hinten gehen, an Dicke zu. Wir werden später sehen, daß wir diese merkwürdigen Verhältnisse wahrscheinlich mit der veränderten Lebensweise der Tiere im Wasser in Verbindung zu bringen haben.

Länge der Brustwirbel und der Zwischenwirbelscheiben einer Phocaena von 1,5 m Länge.

1. Brustwirbel	0,9	cm	1. Zwischenwirbelscheibe	0,22	cm
2. "	1,0	"	2. "	0,25	"
3. "	1,25	"	3. "	0,3	"
4. "	1,7	"	4. "	0,3	"
5. "	1,9	"	5. "	0,35	"
6. "	2,1	"	6. "	0,4	"
7. "	2,2	"	7. "	0,4	"
8. "	2,15	"	8. "	0,45	"
9. "	2,15	"	9. "	0,4	"
10. "	2,2	"	10. "	0,5	"
11. "	2,3	"	11. "	0,5	"
12. "	2,3	"	12. "	0,45	"
13. "	2,3	"	13. "	0,45	"
14. "	2,2	"			

Im Gegensatz zu der erheblichen Länge der dorsalen Wand der Brusthöhle, gemessen an der Brustwirbelsäule, die in dem vorliegenden Falle 31,5 cm lang ist, ist die ventrale Wand, resp. das Brustbein, das dieser ungefähr entspricht, von einer auf-

1) W. H. FLOWER, Einleitung in die Osteologie der Säugetiere, Leipzig 1888, S. 53.

fallenden Kürze. Seine Länge beträgt nur 14 cm. Es ergiebt sich daraus in Bezug auf die Länge der Brustportion der Wirbelsäule ein Verhältnis von 1:2,25. Wie FLOWER[1]) angiebt, ist das Brustbein beim Braunfisch kürzer und breiter als bei den meisten Delphinen und stellt wegen frühzeitiger Verschmelzung der einzelnen Teile nur noch einen einzigen Knochen dar.

Gewöhnlich sind 13 Paare Rippen vorhanden, allein es können, wie ein von uns beobachteter Fall lehrt, auch einmal 14 Paare vorkommen. 5 Paare sind stets mit dem Brustbein verbunden. Die 6. und 7. Rippe lehnen sich noch an die 5. Sternalrippe an und sind locker durch Bindegewebe an dieselbe befestigt. Alle übrigen Rippen endigen frei in der Muskulatur.

Hinsichtlich der Befestigung an der Wirbelsäule unterscheiden sich die ersten 4 oder 5, wie FLOWER[2]) angiebt, dadurch von allen folgenden, daß sie Höckerchen, lange Hälse und Köpfe haben, während die übrigen eine weniger feste Verbindung eingehen, insofern sie den Hals verlieren und bloß mittels der Höckerchen mit den Gelenkflächen artikulieren.

Was den Verlauf der Rippen betrifft, so nehmen sie von der Wirbelsäule aus zunächst eine Richtung nach hinten, seitlich und dabei nicht unwesentlich dorsalwärts an. Dann biegen sie ziemlich plötzlich ventralwärts ab. Der weitere Verlauf ist schräg nach hinten und unten und zwar dergestalt, daß von der 1. bis zur letzten Rippe der Neigungswinkel, welchen sie mit der Wirbelsäule bilden, immer kleiner wird und an der letzten Rippe auf eine ganz geringe Größe ankommt. Die letzten Rippen kommen dadurch in eine nahezu horizontale Lage.

Entsprechend der schrägen Lage der Vertebralrippen sehen wir auch die Sternalrippen eine stark nach oben und hinten geneigte Richtung annehmen.

Die 1. Sternalrippe ist die größte und kommt beinahe der zugehörigen Vertebralrippe an Größe gleich. Die folgenden Sternalrippen werden kürzer, sie verhalten sich mithin gerade umgekehrt wie die Vertebralrippen, die bis zur 5. oder 6. an Länge zunehmen. Die falschen Rippen nehmen aber wieder an Kürze ab, so daß die letzte (die 13.) die kürzeste ist. In dem Falle, wo ich noch eine 14. fand, war diese außerdem sehr schwächlich, rudimentär.

---

1) FLOWER, Osteologie der Säugetiere, Leipzig 1888, S. 93.
2) FLOWER, l. c. S. 105.

Um eine oberflächliche Vorstellung zu gewinnen von der Formveränderung, welcher der Thorax des Braunfisches bei dem Atmungsgeschäft unterworfen ist, leitete ich bei einem in der Rückenlage befindlichen Exemplar mit völlig intakter Brusthöhle, bei dem nur die Speckschicht und Brustmuskulatur entfernt waren, künstliche Atmung ein. Ich verband die Luftröhre mit einem Blasebalg und blies nun vorsichtig Luft in die Lungen ein. Es war dann höchst interessant zu beobachten, wie die Erweiterung des Thorax vornehmlich in transversaler Richtung unter gleichzeitiger Vorwölbung der Bauchmuskulatur erfolgte. Verhältnismäßig am stärksten dehnte sich aber die vordere Partie des Brustkastens aus.

Der dorso-ventrale Durchmesser der Brusthöhle vergrößerte sich nicht besonders, desgleichen konnte ich ein Vorrücken des Brustbeins nach dem Kopfe zu nur in geringem Maße wahrnehmen.

Die Rippen, besonders die 5 wahren, führten umfangreiche Bewegungen aus, indem sie beim Aufblasen der Lungen nach außen und gleichzeitig nach vorn abgelenkt wurden. Dabei veränderten sich die Winkel, welche die Sternalrippen einerseits mit dem Brustbein, andererseits mit den entsprechenden Vertebralrippen bilden, in folgender Weise:

Winkel der Sternalrippen mit dem Brustbein:

(nach hinten offen)

	im Exspirationszustand	im Inspirationszustand
1. Rippe	60°	85°
2. „	50°	70°
3. „	40°	60°
4. „	35°	55°
5. „	30°	45°

Winkel der Sternal- mit dem Vertebralrippen:

(vorn offen)

	im Exspirationszustand	im Inspirationszustand
1. Rippe	100°	145—150°
2. „	85°	130°
3. „	85°	130°
4. „	85°	115°
5. „	90°	110°

Wenn wir aus diesen Ergebnissen auch nicht sichere Schlüsse auf den Mechanismus der Atmung bei dem Braunfisch ziehen können, so dürften doch diese Untersuchungen nicht ganz nutzlos sein. Eine ungefähre Vorstellung können wir uns danach un-

zweifelhaft von den Atembewegungen des Thorax machen. Bezüglich der Erweiterung des Thorax in transversaler Richtung werden wir beim lebenden Thier kaum eine Aenderung erwarten dürfen, und dies um so mehr, als der besonders ventralwärts auf das Brustbein wirkende Wasserdruck der Erweiterung der Brusthöhle in sagittaler Richtung erhebliche Schwierigkeiten entgegensetzen muß.

Daß aber bei der natürlichen Atmung gerade so, wie bei unserer künstlich eingeleiteten der vordere Teil der Brusthöhle sich stärker ausdehnen wird, als der übrige, dürfte über allem Zweifel erhaben sein.

Kehren wir nach diesen Abschweifungen zu unseren Untersuchungen zurück, so möchte ich zunächst der eigenartigen Asymmetrie, welche mir bei einem Exemplar begegnete, Erwähnung thun. Sie bestand darin, daß die rechte Brusthälfte breiter und dorsalwärts und seitlich von der Wirbelsäule tiefer war als die linke, wie ich mich leicht überzeugen konnte, wenn ich an der ventralen Kante der Wirbelkörper in genau querer Richtung einen Maßstab anlegte. Es stellte sich dabei heraus, daß rechts der der Abstand der Medianlinie von der Rippe (in Höhe der 5. Rippe) reichlich 1,5 cm größer war, als der entsprechende auf der linken Seite. Ob bei den übrigen Exemplaren ein ähnliches Verhalten bestand, vermag ich mit Sicherheit nicht anzugeben.

Es bleibt uns nun noch übrig, einen Blick auf die vordere und hintere Grenze der Brusthöhle zu werfen. Die hintere Grenze wird ausschließlich durch das Zwerchfell gebildet, das wegen der erheblichen Länge der Brustwirbelsäule und der großen Kürze des Brustbeins eine sehr schräge Stellung angenommen hat, wie es in so hohem Maße bei keinem Landsäugetiere beobachtet wird.

Das Zwerchfell des Braunfisches stellt einen außerordentlich kräftigen Muskel dar. Ein sogenanntes Centrum tendineum ist nicht vorhanden. Dafür finden wir Muskulatur vor, die zwar nicht die Stärke der Randzone hat, aber immerhin eine recht ansehnliche Dicke besitzt.

Bezüglich der hinteren Thoraxgrenze fand ich, daß sich das Zwerchfell ventralwärts am hinteren Ende des Brustbeins oder wenig dahinter inseriert, und daß seine Insertionslinie seitlich und etwas rückwärts zwischen der 4. und 5. Rippe bis zum Rippenknorpelgelenk der letzteren verläuft. Von der 5. bis zur 8. Rippe dienen ihr die Knorpelgelenke als Anheftungspunkte, dann erst steigt sie schräger an, hält sich aber immer in der Nähe der

Enden der falschen Rippen. Am distalen Ende der 11. oder 12. Rippe, die, wie schon erwähnt, eine ziemlich horizontale Lage habe, erreicht sie ihren äußersten Stand. Indem die Insertionslinie unter spitzem Winkel nach vorn und oben umbiegt und endlich in Höhe des hinteren Randes der letzten Rippe verläuft, endet sie direkt am Ende der Brustwirbelsäule. Die letzte Rippe selbst berührt sie nicht, weil sich die dicke Lendenmuskulatur bis in die Brusthöhle hineinerstreckt und auf diese Weise Zwerchfell und Rippe trennt.

In ganz ähnlicher Weise heftete sich das Zwerchfell auf der rechten Seite an, nur mit dem geringen Unterschied, daß die Insertionslinie an der 5. Rippe entlang bis zu deren Rippenknorpelgelenk verlief, dann aber denselben Verlauf wie links nahm.

Die fast horizontale Lage der letzten Rippen bringt es mit sich, daß die Brustfellsäcke dicht neben den Nieren bis in Höhe des 2. Drittels derselben sich nach hinten erstrecken.

Nicht minder weit reichen die Brustfellsäcke nach vorn, wo sie gleichfalls spitz auslaufen, zu beiden Seiten des kurzen Halses inmitten einer starken Muskulatur ihre Lage haben und in ganz geringer Entfernung vom Kopf ihr Ende erreichen.

Wollen wir die vordere Pleuragrenze des Braunfisches vergleichen mit den entsprechenden Verhältnissen bei den Landsäugetieren, so müssen wir notwendigerweise die Beziehungen der vorderen Pleuragrenze zur 1. Rippe studieren.

Bei den Landsäugetieren finden wir einmal keine so bedeutende Ablenkung der Rippen nach hinten, und die Rippenknorpel sind verhältnismäßig von geringerer Größe. Legen wir hier eine durch beide Gelenke der ersten Rippen — am Brustbein und an der Wirbelsäule — gehende Ebene, eine sogenannte Eingangsebene an, so werden wir beobachten können, daß diese von den Pleurasäcken mit ihren vordersten Punkten in vielen Fällen nicht einmal erreicht wird; niemals aber dürften die letzteren bemerkenswert darüber hinausragen.

Legt man aber bei dem Braunfisch eine Eingangsebene an, so fallen die vorderen Enden der Pleurasäcke darüber hinaus. Wir können mithin nicht annehmen, daß die Brustfellsäcke nur deshalb soweit, 6,5—9,5 cm, wie ich fand, über das 1. Rippenknorpelgelenk hinausragen, weil die Rippen und Rippenknorpel stark caudalwärts geneigt sind. Worauf aber hätten wir dann das merkwürdige Verhalten der Brustfellsäcke zurückzuführen?

Es sind nur zwei Möglichkeiten für das Zustandekommen dieser Verhältnisse denkbar. Entweder hat sich die Lunge über die gewöhnliche Grenze ausgedehnt und so die Pleuragrenzen vor sich hergeschoben, oder die Lungen und ebenso die Pleurasäcke haben ihre ursprüngliche vordere Grenze bewahrt, aber das umhüllende Skelett, besonders die Wirbelsäule, hat sich verkürzt. Natürlich wurden damit auch die Rippen nach rückwärts geschoben.

Ist die erste Erklärungsweise von vornherein unwahrscheinlich, so lassen sich aber für die zweite wichtige Thatsachen ins Feld führen, die kaum eine andere Deutung zulassen. In erster Linie bietet uns nämlich die Wirbelsäule selber einen wichtigen Anhalt. Wie wir uns leicht überzeugen können, setzt sich der Prozeß der Verkürzung, der an der Halsportion der Wirbelsäule der Wale so auffällig ist, auch noch auf den vorderen Teil der Brustportion fort. Wie unsere früher mitgeteilte Tabelle der Wirbellängen deutlich erkennen läßt, sind die ersten Rückenwirbel flach gedrückt, mehr oder minder scheibenförmig. Infolge davon liegen die oberen Enden der 2—3 ersten Rippen dicht bei einander. Einen vielleicht nicht weniger wahrscheinlichen Grund für die Richtigkeit unserer Annahme werde ich gelegentlich der Besprechung der Lungen noch anführen.

Wir kämen nun zur Betrachtung der Brusteingeweide.

Während der obere Teil der Brusthöhle bis herab zur hinteren Hohlvene, die auf dem höchsten Punkt der Zwerchfellkuppel und rechts von der Medianlinie durch das Diaphragma tritt, der Aufnahme der Lungen dient, wird der ventralwärts übrig bleibende Raum des Thorax von dem verhältnismäßig großen Herzen, der Thymusdrüse und den großen Gefäßen so vollständig ausgefüllt, daß weder vor noch hinter dem Herzen Platz zur Aufnahme der Lungen vorhanden ist. Seitlich von ihm aber, besonders in der oberen Region, bleibt noch genügend Raum für die bei der Atmung herabsteigenden ventralen Lungenränder.

Das Herz ist in Anpassung an die beschränkte Ausdehnung der ventralen Länge der Brusthöhle von vorn nach hinten auffällig zusammengedrückt, dafür aber weist es in der Quere einen bedeutenden Durchmesser auf, der den Höhendurchmesser selbst überragt. Als eine weitere Folge der beschränkten Raumverhältnisse haben wir die schon lange bekannte Thatsache anzusehen, daß das Zwerchfell mit dem Herzbeutel innig verwachsen ist.

Das Herz kommt dadurch, mit seiner hinteren, flach ge-

drückten Herzfläche wenigstens, in eine mehr oder weniger senkrechte Lage.

Die Größenverschiedenheit, welche wir bei den Brustfellsäcken des Braunfisches finden, erklärt sich zum Teil aus der besprochenen Asymmetrie des Thorax, der Hauptsache nach aber aus der Ablenkung des Mittelfells nach links durch die links von der Wirbelsäule gelegene Aorta und durch das mit seiner stumpfen Spitze links von der Medianebene befindliche Herz. Beide Momente tragen zur Verkleinerung des linken resp. zur Vergrößerung des rechten Brustfellsackes bei.

Ganz entsprechend den Pleurasäcken sind nun die Lungen, deren Untersuchung wir uns jetzt zuwenden wollen. Am zweckmäßigsten können wir die Lungen mit dreiseitigen Prismen vergleichen, deren eine schmale Fläche der medialen der Lungen entsprechen würde, während die beiden anderen, unter spitzem Winkel sich schneidenden, breiteren Flächen die costale und die ventrale Lungenfläche darstellen könnten. Wir haben dabei nur zu berücksichtigen, daß mit Ausnahme des äußeren, ventralen Randes, der scharf erscheint, die übrigen Ränder mehr oder minder stumpf sind. Wenn wir uns dann vorstellen daß die vorderen und hinteren Enden unserer Prismen sich auf Kosten des ventralen Randes und der anstoßenden Flächen verjüngen, sich gewissermaßen zuspitzen, so gewinnen wir ein ziemlich zutreffendes Bild von der Gestalt der Lungen.

Der dorsale Rand der rechten Lunge ist stumpfer, als der der linken. Beide sind ziemlich stark von vorn nach hinten, entsprechend der Rückenkrümmung, gewölbt, rechts etwas mehr als links. Während die mediale Fläche der linken Lunge fast senkrecht vom stumpfen Rande abfällt, zieht die der rechten Lunge in mehr schräger Richtung zum Herzen herab.

Die Rippenfläche der linken Lunge ist kleiner, als die der rechten Lunge und fällt ziemlich plötzlich vom stumpfen Rande ab, an der rechten Lunge dagegen beschreibt die costale Fläche eine starke Wölbung.

Die ventrale Fläche ist durch einen deutlichen Wulst, der sich unmittelbar vor dem Zwerchfell quer über jede Lunge erstreckt, in zwei Felder geteilt. Das vordere Feld, die cardiale Fläche, ruht zum größten Teil auf und neben dem Herzen, während das andere die sog. Zwerchfellsfläche bildet und dem Zwerchfell aufliegt. Beide Felder sind ausgehöhlt, diese in stärkerem, jene in geringerem Maße.

Wie RAPP[1]) bereits fand, kommt an den ventralen Rändern beider Lungen von Phocaena ein fingerbreiter Anhang vor. Nach RAPP's Beschreibung zeigt er eine bräunliche Farbe, fast wie eine Leber, und wird, wie die Lunge selbst, von der Pleura überzogen. Er ist blutreich, und beim Einschneiden bemerkt man in ihm einige Fetttröpfchen. Die Luft dringt in dieses Organ nicht ein. CLELAND[2]) beschreibt den Anhang als „a remarkable fringe of redundant pleura, more than a quarter of an inch in breadth, along the sharp sternal and diaphragmatic margins of the lung". Nach meinen Untersuchungen entsteht der Anhang dadurch, daß sich zwischen Lungengewebe und Pleura Fettgewebe einlagert (III, 1).

Das letztere ist übrigens nicht auf diese eine Stelle der Lunge beschränkt, ich fand solches bei näherer Prüfung einer Braunfischlunge in größerer Ausbreitung, wenn auch in dünner Schicht, an der ventralen Lungenfläche. Es lag hier besonders in der Umgebung der gleich zu erwähnenden Drüsen und erstreckte sich nach dem ventralen Lungenrande, wo es sich in dem besprochenen Anhang verlor.

Da, wo die Herzfläche in die Zwerchfellfläche übergeht, liegt an der ventralen Seite jeder Lunge ein Komplex von Drüsen, die ich nach dem Ausfall der mikroskopischen Untersuchung für Lymphdrüsen halte. Besonders schön konnte ich diese Verhältnisse bei einem ausgetragenen Fötus von Phocaena communis studieren. Es lagen hier an jeder Lunge unter der Pleura mehrere bohnengroße Drüsen, die zusammen ein Paket bildeten, welches sich quer über die Lungen vom medialen zum ventralen Rande erstreckte. An der linken Lunge zog sich das Drüsenpaket noch eine Strecke nach vorn hin, dem ventralen Rande entlang.

Die Lungen des Braunfisches sind, wie die aller anderen Wale, ungelappt. Regelmäßig kommt aber bei Phocaena am vorderen Lungenpol der rechten Lunge ein Einschnitt resp. Eindruck vor, welcher zur Aufnahme eines großen venösen Gefäßes, der fälschlich sogenannten Vena azygos dient und ihm wahrscheinlich überhaupt seine Entstehung verdankt. Dadurch wird die Lungenspitze in zwei zungenförmige Läppchen getheilt, die eine Länge

---

1) RAPP, Die Cetaceen, zoolog.-anatom. dargestellt, Stuttgart und Tübingen 1837, S. 151.

2) CLELAND, Journ. of Anat. and Physiol., 1884, p. 333.

von 2—3 cm und am Grunde eine Breite von 1,5—2,5 cm besitzen. Die beiden Läppchen waren aber nicht gleich groß, sondern bei allen von mir untersuchten Lungen von sehr verschiedener Größe, indem der lateralwärts gelegene Zipfel den anderen bei weitem an Größe überragte. CLELAND[1]) vergleicht den mehr dorsalwärts gelegenen, lateralen Lappen mit dem gelegentlich beim Menschen gefundenen und führt an anderer Stelle[2]) über die vermutliche Entstehung dieses Läppchens folgendes aus: „The great vena azygos in its early development passes upwards, to open into the transversely situated right duct of Cuvier. By the descent of the heart from the cervical region into the thorax, the right duct of Cuvier becomes the vertically placed vena cava superior, and the great vena azygos is bent downwards till its terminal part becomes horizontal. What I believe, then has taken place to produce the supernumerary lobe, is that there has been, at a very early period, a slight adhesion of the lung to the thoracic wall or, much less probably an undue curvature of the embryo; so that the vena azygos as is bent downwards to a position at right angle to its original direction, instead of slipping behind the pleura and lung; dragged down a fold of the former and deeply notched the latter."

An Stelle der Vena azygos, die nach v. BAER[3]) Phocaena fehlt, vermittelt eine sehr starke Vene, die anfangs im Neuralkanal liegt und, diesen zwischen der 3. und 4. Rippe auf der rechten Seite verlassend, im Bogen nach vorn, abwärts und etwas medial nach dem Herzen resp. der vorderen Hohlvene zieht, die Kommunikation dieser mit der Vena cava posterior. — Wenn wir somit auch nicht dieselben Verhältnisse wie beim Menschen haben, so zweifle ich doch nicht daran, daß wir uns die Entstehung der zungenförmigen Läppchen an der Spitze der rechten Lunge vom Braunfisch in ähnlicher Weise, wie sie CLELAND schildert, vorzustellen haben. Auch hier führte jenes Gefäß, indem es sich, durch das Herz veranlaßt, zurückzog, die Spaltung der Lungenspitze herbei. Den Anstoß zu dieser Rückwärtsbewegung der Vene gab unzweifelhaft die Verkürzung der ersten Rückenwirbel.

---

1) CLELAND, Notes on the viscera of the purpoise (Phocaena communis) and white-beaked dolphin (Delph. albirostris), Journal of Anat. and Phys., 1884, p. 333.

2) Journal of Anat. and Phys, Vol. 4, (1870), p. 200.

3) v. BAER, Ueber die Gefäßsysteme des Braunfisches. Nova Acta physico-medica, T. 70, 1835, S. 393—409.

Indem dadurch eine Reduktion des vorderen Teils der Brusthöhle überhaupt herbeigeführt wurde, mußte auch das Herz seine Lage ändern. Vielleicht, daß es nur zu einer Aufrichtung der Herzachse kam, vielleicht auch, daß das Herz im ganzen etwas zurückbewegt wurde, in beiden Fällen aber ist die Wirkung dieselbe, nämlich eine Verschiebung der fraglichen Vene nach rückwärts.

In dem soeben geschilderten Verhalten des die Vena azygos vertretenden Gefäßes finden wir schließlich noch eine Bestätigung der schon früher schon einmal ausgesprochenen Ansicht, daß bei Phocaena die Lungen gegenüber dem am vorderen Teil des Seklets vor sich gehenden Reduktionsprozeß ihre ursprüngliche Lage bewahrt haben.

Die linke Lunge des Braunfisches ist in der Regel ohne Einschnitt am vorderen Lungenpol. Nur einmal beobachtete ich eine Andeutung eines Zerfalles des letzteren in zwei Zipfel. Der Einschnitt war ein verhältnismäßig flacher, und das mehr an der medialen Seite der Lunge entstehende Läppchen von geringer Größe, nur 0,5 cm breit und 1 cm lang. Ein ähnlicher Fall ist nach Allen [1]) übrigens beim Menschen durch Wrisberg beobachtet worden, der gleichzeitig fand, daß die obere Zwischenrippenvene der linken Seite die Veranlassung dazu war. Wie sich das bei meinem Braunfisch verhielt, konnte ich nicht feststellen (III, 1).

Was die Größenverhältnisse der Lungen von Phocaena anbelangt, so will ich einige Zahlen anführen, die sich auf die Lungen zweier Exemplare von 126 cm resp. 116 cm Länge beziehen. Im Mittel betrug die größte Dicke, gemessen durch eine Senkrechte vom dorsalen Rande zur ventralen Fläche 8 cm für die rechte und 6 cm für die linke Lunge. Demnach verhalten sich die Dicken beider Lungen wie 1 : 0,84. Für die Breiten der Lungen, gemessen an der ventralen Fläche von dem costalen bis zum medialen Lungenrande, ergiebt sich aus den Maßen 10 cm für die rechte, 7,25 cm für die linke Lunge, ein Verhältnis von 1 : 0,725.

Die Längen der Lungen variieren nur um ein Geringes; für die rechte fand ich im Mittel (aus 28 und 24 cm) = 26 cm, für die linke (aus 25 und 22,5 cm) = 23,75 cm. Danach verhält sich die Länge der rechten Lunge zu der der linken wie

1) Allen, A variety of pulmonary lobation etc. Journ. of Anat. and Physiol., Vol. 16, p. 611, Anmerk.

1 : 0,914. Zum besseren Vergleiche mit entsprechenden Größen bei Embryonen beziehen wir die Maße zweckmäßigerweise auf die Entfernung der Schnauzenspitze von der Mitte des Nabels; denn wie aus KÜKENTHAL's [1]) Untersuchungen deutlich hervorgeht, ist diese Region verhältnismäßig am wenigsten Wachstumsschwankungen in den einzelnen Stadien unterworfen. Wir dürften also auf diese Weise am ehesten Fehler vermeiden, die unausbleiblich wären, wollten wir unsere Maße auf die ganze Länge des Tieres beziehen.

Im Mittel beträgt die betreffende Entfernung (Schnauzenspitze - Nabelmitte) bei unseren beiden Braunfischen 51 cm. Wir erhalten mithin für die rechte Lunge ein Verhältnis von 1 : 1,96, für die linke ein solches von 1 : 2,15.

Wenn wir unsere Zahlen noch einmal überblicken, so erkennen wir deutlich, daß die linke Lunge kleiner ist, als die rechte. Bezüglich des Volumens verhält sich nach einer von mir vorgenommenen Bestimmung die rechte Lunge zur linken annähernd wie 5 : 4.

Am Schlusse unserer Betrachtungen über die Lungen des erwachsenen Braunfisches möchte ich noch die Aufmerksamkeit auf eine Litteraturangabe hinlenken, die trotz ihrer Eigenartigkeit wohl niemals nachgeprüft worden ist. Da sie aber für unsere Untersuchungen Bedeutung hat, habe ich versucht festzustellen, inwieweit die Angabe begründet ist. HUNTER [2]) berichtet in seiner bekannten Arbeit über eine höchst sonderbare Eigentümlichkeit der Cetaceenlunge, daß bei ihr die Lungenzellen untereinander in Verbindung ständen. Dadurch erkläre es sich, daß man die ganze Lunge von einem Aste aus aufblasen könne. Diese Angaben sind in der Folge bestätigt worden von RAPP [3]), MAYER [4]) und MECKEL [5]), auch OWEN [6]) giebt das Verhalten als charakteristisch für die Lunge der Wale an. DUVERNOY weicht nur

1) KÜKENTHAL, Vergleichend-anatomische und entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen über die Waltiere, Jena 1893, II. Teil, p. 225—244.

2) HUNTER, Observations on the structure and oeconomy of whales, Philosoph. Transact, 1787, Vol. 77, p. 419.

3) RAPP, Die Cetaceen, 1837, S. 151.

4) MAYER, Beiträge zur Anatomie des Delphins, in TIEDEMANN's u. TREVIRANUS' Zeitschr. f. Phys., Bd. 5, Heft 2, S. 118—119.

5) MECKEL, Vergl. Anat., 6. Teil, S. 383.

6) OWEN, Comp. Anat., Vol. III, p. 578.

insofern von HUNTER ab, als er sich dasselbe durch Anastomosenbildung der Bronchien erklären will [1]).

Wenn auch bei den meisten Walsektionen nicht auf dies Verhalten der Lungen geachtet wurde oder wegen vorgeschrittener Fäulnis dieses Organs nicht geachtet werden konnte, so finden sich doch in der Litteratur einzelne Angaben, welche beweisen, daß HUNTER's Beobachtung nicht allgemein für alle Wale zutrifft. So giebt WYMAN [2]) an, daß es JACKSON nicht gelungen wäre, die ganze Lunge vom sperm whale und black fish (D. globic) von einem Luftröhrenaste aus aufzublasen. Bei Beluga ist verschiedenes Verhalten beobachtet worden. WYMAN und, wie dieser Autor angiebt, auch JACKSON, fanden bei je einem Exemplar freie Kommunikation der Lungenzellen unter sich [2]). Von dem Gegenteil berichten WATSON und JOUNG [3]) und neuerdings STRUTHERS [4]). Anders verhält es sich freilich mit Phocaena, an der wahrscheinlich die meisten Forscher die diesbezügliche Wahrnehmung gemacht haben. Bei ihr scheint die freie Kommunikation der Lungenzellen ein regelmäßiger Befund zu sein. Auch an allen 4 Lungen, die ich untersuchte, gelang es, nachdem ich den Hauptbronchus unterbunden hatte, die ganze Lunge von einem Ast aus aufzublasen. Ließ ich aber diese Vorsichtsmaßregel außer acht, so blähte sich nur der Teil, in dessen Bronchus ich einblies, auf, gleichgültig an welcher Lunge und an welcher Stelle.

Wenn hiernach auch nicht geleugnet werden kann, daß eine Verbindung zwischen den einzelnen Lungenteilen besteht, so muß andererseits nach dem Ausfall des 2. Versuchs zugegeben werden daß die hohe Elasticität der Lungen imstande ist, die bestehenden Kommunikationsöffnungen zu schließen, so daß ein Uebertritt von Luft in die benachbarten Teile kaum erfolgen kann. Erst wenn der Druck erheblich wird, wird auch die Elasticität überwunden und eine freie Verbindung durch die geweiteten Oeffnungen in der Alveolen- oder Bronchenwand hergestellt.

Der wechselnde Befund bei Beluga brachte mich auf den Gedanken, daß die fragliche Kommunikation erst durch irgend welche

1) CUVIER, Anat. comp., éd. 2, Tome 7, p. 109.
2) WYMAN, Description of a „white whale", Boston Journ. of Nat. Hist., Vol. 7, No. 4, S. 610.
3) WATSON and JOUNG, The anat. of the northern Beluga etc., Transact. Roy. Soc. of Edinburgh, Vol. 19, 1879, p. 423.
4) STRUTHERS, Anat. of a Beluga, in Journ. of Anat. and Physiol., Vol. 30, p. 134.

Umstände während des Lebens entstehen könnte. Dann dürften neugeborene Tiere oder noch besser Föten, die dicht vor der Geburt stehen, aber noch nicht geatmet haben, nicht solche Verbindung der Alveolen oder Bronchen zeigen. Von diesem Gedanken geleitet, injizierte ich eine Lunge von einem ausgetragenen Phocaena-Embryo mit dünnflüssiger Colloidinmischung, indem ich dabei, um diese überallhin zu treiben, sehr starken Druck anwandte. Nach der Maceration der Lunge in Salzsäure stellte es sich heraus, daß nirgends eine Verbindung benachbarter Lungenteile bestand. Damit glaube ich für meine Vermutung, daß die in Frage stehende Kommunikation der verschiedenen Lungenteile erst während des Lebens entsteht, eine Bestätigung geliefert zu haben. Welchen Einflüssen hätten wir nun aber die Entstehung der merkwürdigen Verhältnisse zuzuschreiben? Die Antwort darauf ist, wie ich glaube, nicht so schwer zu geben. Sehen wir uns die Braunfischlunge einmal näher an, so werden wir in den Bronchen große Mengen von oft beträchtlich langen Fadenwürmern, Pseudalius inflexus Duj., finden. Sie scheinen bei Phocaena ein ganz regelmäßig vorkommender Parasit zu sein, bei allen 4 Lungen, die ich untersuchte, waren sie in gleich großer Menge vertreten. Rapp erwähnt sie auch [1]). Beim Präparieren der Lungen begegneten mir öfters kleine Höhlen im Lungengewebe, die kleineren Stadien zum Aufenthalt dienten. Wenn diese Würmer aber imstande sind, selbst das Lungengewebe in kleineren Partien zu zerstören, dann dürfte es für sie keine Schwierigkeiten mehr haben, auch außerhalb der Bronchen sich Bahn zu brechen durch das stark elastische Gewebe der Lungen. Das scheint mir angesichts der auffälligen Thatsache, daß die Parasiten selbst in den Blutgefäßen der Lunge angetroffen wurden, wie v. Baer und Creplin [2]) berichten, und wie ich nach meinen Befunden bestätigen kann, keinem Zweifel mehr zu unterliegen.

Nach meiner Ansicht sind es also die erwähnten Parasiten gewesen, welche beim Braunfisch die so viel besprochene Kommunikation der verschiedenen Lungenteile hervorbrachten. Vielleicht haben wir bei anderen Walen, bei denen eine ähnliche Verbindung der verschiedenen Lungenabschnitte besteht, an eine entsprechende Entstehung derselben zu denken.

1) Rapp, Die Cetaceen, Stuttgart 1837, S. 150, Anm. 1.
2) Ebendaselbst.

Nachdem wir bisher nur die Lunge erwachsener Braunfische untersucht haben, wollen wir uns jetzt der Betrachtung fötaler Lungen zuwenden. Es standen mir 3 Exemplare zur Verfügung von 53 cm, 7,1 cm direkter Körperlänge, außerdem die Brustregion eines Embryos von 13,4 cm Länge (über den Rücken gemessen). Wir haben es hier zwar schon mit verhältnismäßig großen Embryonen zu thun, immerhin aber lassen sich bei richtiger Würdigung der Maße und Lageverhältnisse noch recht bedeutsame Schlüsse auf die Art und Weise der Veränderung der Lungen im Laufe der phylogenetischen Entwickelung ziehen.

Am zweckmäßigsten beginnen wir mit dem großen Embryo. Er stand dicht vor der Geburt. Seine äußere Gestalt ist ganz und gar die des erwachsenen Tieres, der Thorax zeigt auch hier die schon beschriebene Kegelform, und der Querdurchmesser überragt ebenfalls den Höhendurchmesser um ein Geringes. Am Anfang des Brustbeins betrug der Höhendurchmesser 3,5 cm, vor der stärksten Zwerchfellwölbung 6,5 cm. Der Querdurchmesser zwischen den Rippenknorpelgelenken der ersten Rippen als den äußersten Punkten der Rippenwölbung 4,5 cm, an der stärksten Rippenwölbung in Höhe der 4. Rippe 7 cm. Die Wirbelsäule weist ganz ähnliche Verhältnisse auf, wie wir sie schon bei den erwachsenen Tieren gefunden haben. Besonders sind die Längenverhältnisse der einzelnen Brustwirbel jenen der erwachsenen Braunfische sehr ähnlich. So fand ich durch Messung der einzelnen Wirbel, wobei ich die Wirbelscheiben nicht berücksichtigte:

für	den	1.	Wirbel	0,2	cm	Länge
„	„	2.	„	0,3	„	„
„	„	3.	„	0,4	„	„
„	„	5.	„	0,6	„	„
„	„	8.	„	0,7	„	„
„	„	10.	„	0,75	„	„
„	„	11. u. 12.	„	0,8	„	„

Die ganze Länge der Brustwirbelsäule (inkl. Wirbelscheiben) beträgt 10,6 cm. Das Brustbein hatte eine Länge von 4,5 cm. Mithin verhält sich die Länge des Brustbeins zur Länge der Wirbelsäule 1 : 2,35. Wenn wir dieses Resultat mit dem Verhältnis des erwachsenen Tieres vergleichen, so werden wir durch die große Uebereinstimmung überrascht. In der That liegen in diesem Stadium die Verhältnisse beim Embryo schon genau so wie beim erwachsenen Tier, und das noch statthabende Wachstum kann eine Verschiebung derselben in Bezug auf den Thorax nicht mehr

herbeiführen, Brustbein und Brustwirbelsäule wachsen von nun ab in gleichem Maße.

Bezüglich der Rippen kann ich nur wiederholen, was ich schon bei dem erwachsenen Tier erwähnt habe. Betonen möchte ich aber, daß ich die Rippenwölbung in ganz entsprechender Weise wie dort fand, und daß die Differenz zwischen der rechten und linken Brusthälfte sehr auffallend war.

Die Lungen zeigen verhältnismäßig große Asymmetrie. Während die rechte eine Breite von 3,3 cm hat, mißt die linke nur 2,6 cm. Das bedeutet ein Verhältnis von 1:0,78. Ebenso wie das Verhältnis der Breite dieser Lungen jenem bei den Lungen der erwachsenen Tiere gleichkommt, finden wir auch bezüglich der Dicke ziemlich übereinstimmende Zahlen. Während wir dort ein Verhältnis von 1:0844 hatten, ergiebt sich hier aus den Maßen 3,6 für die rechte, 3,2 für die linke Lunge ein solches von 1:0,88. Die rechte Lunge war 9,5 cm, die linke 9,0 cm lang, mithin verhalten sich die Längen wie 1:0,95. Beziehen wir diese Längen auf unsere constante Größe, auf die Entfernung der Schnauzenspitze von der Mitte des Nabels, welche hier 21,5 cm beträgt, so ergiebt sich daraus ein Verhältnis für die rechte Lunge von 1:2,26, für die linke 1:2,39. Bei den erwachsenen Tieren stellte sich das Verhältnis für die rechte Lunge auf 1:1,96, für die linke 1:2,15. Die Unterschiede, welche sich bei der Vergleichung beider ergeben, möchten uns vielleicht ganz natürlich erscheinen, wenn wir bedenken, daß wir hier Lungen, die noch nicht geatmet haben, also luftleer sind, mit solchen, die geatmet haben, vergleichen; wissen wir doch von unseren Landsäugern, daß nach dem Tode die Lungen sich nie ganz retrahieren können, sondern immer noch eine größere oder kleinere Menge Luft enthalten. Ob bei den Walen dasselbe Verhältnis zutrifft, müssen die folgenden Untersuchungen lehren.

Bei der nahen Beziehung, in welcher die Lungen zu den Brustfellsäcken stehen, ist es vorteilhaft, wenn wir statt der Lungen die Brustfellsäcke selber untereinander und in Bezug auf unsere konstante Größe (Schnauzenspitze—Nabelmitte) vergleichen, denn auf sie kann die stattgehabte Atmung keinen bemerkenswerten Einfluß gehabt haben. Vorn ist die Pleuragrenze durch die Halsmuskulatur, hinten durch das Zwerchfell fixiert, in gleicher Weise bei dem ausgetragenen Fötus wie beim erwachsenen Tier.

Bei den beiden erwachsenen Tieren (von 126 und 116 cm Länge) hatte der rechte Brustfellsack eine Länge von 43 resp.

38 cm, der linke 41 resp. 36,5 cm. Im Mittel ergiebt sich demnach für den rechten Brustfellsack, bezogen auf die Entfernung von der Schnauzenspitze bis zum Nabel, ein Verhältnis von 1 : 1,25, für den linken von 1 : 1,32. Bei unserem Fötus von 53 cm Länge hatte der rechte Brustfellsack eine Länge von 15 cm, der linke war 14,5 cm lang. Daraus berechnet sich das Verhältnis zu der bekannten Größe (21,5 cm) für den rechten Brustfellsack auf 1:1,43; für den linken auf 1:1,48. Vergleichen wir die Verhältniszahlen mit denen, wie sie für die erwachsenen Tiere gefunden sind, so werden wir, gerade so wie bei den Lungen, auch hier bei den Brustfellsäcken eine nicht unerhebliche Differenz konstatieren können. Auf Grund dieses Befundes müssen wir die Ansicht verlassen, daß die beim Vergleich der Längen der Fötuslungen und der erwachsener Tiere gefundene Differenz ausschließlich eine Folge ist der durch die stattgehabte Atmung herbeigeführten Ausdehnung der Lungen über ihr natürliches (ursprüngliches) Volumen. Wir sind vielmehr gezwungen, mindestens einen großen Teil dieser Differenz als Ausdruck eines wirklichen Wachstumsvorganges anzusehen.

Um noch den letzten Zweifel darüber zu heben, ob die Lungen der Wale mit denen der Landsäugetiere das gleiche Verhalten bezüglich der Retraktion teilen, wollen wir schließlich das Verhältnis der Lungen zu den zugehörigen Brustfellsäcken bestimmen. Für die rechte Lunge des erwachsenen Tieres und den zugehörigen Pleurasack ergiebt sich im Mittel (aus 1 : 1,54 und 1 : 1,58) ein Verhältnis von 1:1,56, für die linke Lunge nebst Brustfellsack ein solches (1:1,64 und 1:1,62) von im Mittel 1 : 1,63. Bei dem ausgetragenen Fötus stellen sich die betreffenden Verhältnisse rechts auf 1:1,58, links auf 1:1,66.

Wenn wir diese Zahlen mit den für die erwachsenen Braunfische gefundenen vergleichen, kommen wir dahin, daß ein Unterschied so gut wie nicht besteht. Wir finden also auf diese Weise, daß die Lungen des Braunfisches noch nach dessen Tode imstande sind, sich auf ihr ursprüngliches Volumen zurückzuziehen. Das bedeutet aber gegenüber den Lungen der Landsäugetiere ein beträchtlich gesteigertes Retraktionsvermögen. Da die Wirkung der Muskelfasern in den Lungen mit dem Tode des Tieres erlischt, und da dann nur noch elastische Fasern bei der Retraktion in Wirksamkeit treten, ist, wenn wir die partielle Retraktion der Landsäugerlunge mit der totalen der Phocaena vergleichen, der Schluß berechtigt, daß in der Lunge des Braunfisches ein größerer Reich-

tum an elastischen Elementen vorhanden sein muß, als gewöhnlich in der Lunge der Landsäugetiere. Das ist durch SCHROEDER VAN DER KOLK übrigens schon direkt nachgewiesen worden, allerdings nicht bei Phocaena, wohl aber bei einem anderen Wal, nämlich Hyperoodon[1]).

Kehren wir aber nach diesen Abschweifungen zu unseren eigentlichen Untersuchungen zurück. Nachdem wir den großen Fötus einer genaueren Betrachtung unterzogen haben, bleibt uns noch übrig, die beiden kleinen Embryonen in gleicher Weise zu untersuchen. Zu unserer großen Ueberraschung finden wir hier Verhältnisse vor, die in vieler Beziehung von den eben besprochenen sehr abweichen.

Die Brusthöhle bewahrt noch annähernd dieselben Proportionen in Bezug auf Höhe und Breite wie bei dem großen Embryo. Gegenüber einem Höhendurchmesser kurz vor dem Zwerchfell von 1,6 cm beträgt bei dem Embryo von 13,4 cm Länge der entsprechende Querdurchmesser 1,9 cm. Bei dem kleinsten Embryo stellen sich die betreffenden Maße auf 1,3 cm und 1,5 cm.

Auffällig ist die große Symmetrie, welche zwischen den beiden Brusthälften besteht. Die Spuren von Asymmetrie, welche sich bei dem Embryo von 13,4 cm Länge vorfanden und besonders darin bestanden, daß die Rippen auf der rechten Seite eine stärkere Aufwärtskrümmung seitlich und dorsal von der Wirbelsäule zeigten, wie links, sind bei dem kleinsten Embryo so gut wie verschwunden.

Ganz entsprechend ist nun auch die Form der Lungen. Schon auf den ersten Blick fällt uns ihre große Symmetrie auf. Sind die Größenunterschiede der Lungen des größeren Embryos schon gering zu nennen, so werden sie übertroffen von denen der Lungen des kleinsten Embryo. Bei ihm sind die Lungen so sehr einander ähnlich, daß man kaum von Verschiedenheiten sprechen kann (III, 3). Die einzelnen Maße sind folgende:

Embryo 13,4 cm lang.

Rechte Lunge.		Linke Lunge.	
Länge	2,3 cm	Länge	2,25 cm
Breite	0,95 „	Breite	0,9 „
Dicke	0,92 „	Dicke	0,85 „

Embryo 11,4 cm lang.

Rechte Lunge.		Linke Lunge.	
Länge	1,6 cm	Länge	1,6 cm
Breite	0,7 „	Breite	0,65 „
Dicke	0,65 „	Dicke	0,6 „

---

1) in VROLIK, Natuur- en ontleedkundige Beschouwing van den Hyperooden, Haarlem 1848, p. 65—75.

Was nun weiter an den Lungen auffällt, ist, daß sie die starke Wölbung von vorn nach hinten, den stumpfen Rand entlang, eingebüßt haben.

Viel wichtiger noch ist eine andere Veränderung in der Gestalt der Lungen. Wir finden nämlich, daß die Zwerchfellflächen beider Lungen in auffälliger Weise aufwärts gegen die Wirbelsäule gerichtet sind, im stärksten Maße bei dem kleinsten Embryo, weniger erheblich bei dem Embryo von 13,4 cm Länge. Es erscheinen die Zwerchfellflächen dadurch scharf abgesetzt gegen den übrigen Teil der ventralen Flächen. Der Unterschied läßt sich geradezu durch das Winkelmaß bestimmen. Während bei den erwachsenen Tieren und bei dem großen Embryo der Winkel, welchen die Herzfläche mit der Zwerchfellfläche bildet, gegen 180° beträgt, finden wir ihn beim Embryo von 13,4 cm nur 130° groß, und bei dem Embryo von 7,1 cm direkter Körperlänge beträgt der betr. Winkel nur 120°. Den Grund dafür haben wir einzig und allein in der Stellung des Zwerchfelles zu suchen, das bei den kleinen Embryonen entschieden nicht so schräg steht wie bei dem großen Fötus und den erwachsenen Tieren (III, 4, 5, 6).

Daß der Stand des Zwerchfells bei den kleinen Stadien steiler wird, ist leicht aus dem Verhältnis zu sehen, in welchem die dorsale und die ventrale Kante der Brusthöhle, die Brustwirbelsäule und das Brustbein zu einander stehen. Für den Embryo von 13,4 cm Länge ergiebt sich aus einer Länge von 2,1 cm für die Brustwirbelsäule und einer solchen von 1,1 cm für das Brustbein (die letztere als Einheit genommen) ein Verhältnis 1 : 1,91. Nähert sich dieses schon mehr Landsäugercharakteren, so ist es in noch höherem Maße bei unserem kleinsten Embryo der Fall. Hier stellt sich das betreffende Verhältnis, bei einer Länge der Brustwirbelsäule von 1,75 cm und 1 cm Brustbeinlänge, auf 1 : 1,75.

Wenn wir noch einmal die Proportionen, welche sich bei den einzelnen Stadien in der Länge des Brustbeins und der Brustwirbelsäule ergaben, zusammenstellen, so stehen das erwachsene Tier und der ausgetragene Fötus mit den weitesten Proportionen an der Spitze. Bei dem erwachsenen Tier belief sich das Verhältnis auf 1:2,25, annähernd das gleiche bestand bei dem ausgetragenen Fötus, nämlich 1:2,35. Je kleiner aber die Stadien werden, um so kleiner wird das Verhältnis, von 1 : 1,91 bei dem Embryo von 13,4 cm Rückenlänge steigt es herab auf 1 : 1,75 bei dem kleinsten Embryo.

Die Vergleichung dieser Befunde lehrt uns nur, daß sich im Laufe der Fötalentwickelung das fragliche Verhältnis ändert und zwar so, daß die Länge der Brustbeins zur Länge der Brustwirbelsäule kleiner wird, nicht aber erfahren wir gleichzeitig, in welcher Weise die Verschiebung der Proportion vor sich geht. — Es sind ja 3 Möglichkeiten für das Zustandekommen dieses Vorganges möglich. Einmal könnte es in der Verkürzung des Brustbeins allein begründet liegen. Zweitens wäre auch denkbar, daß ausschließlich durch ungewöhnliches Wachstum der Brustportion der Wirbelsäule die Verschiedenheit der erwähnten Befunde zu erklären wäre. Drittens könnten beide Faktoren wirksam sein, indem eine Verlangsamung des Wachstums des Sternums verknüpft wäre mit einem stärkeren Wachstum der Wirbelsäule. Um hierüber Aufschluß zu erhalten, müssen wir nähere Untersuchungen anstellen.

Bei allen Säugetieren, die sich dem Leben im Wasser mehr oder weniger angepaßt haben, sehen wir, daß sich die Körperform der für das Schwimmen zweckmäßigsten, der Spindelgestalt nähert, indem sie sich gleichzeitig streckt. Diesem Bedürfnisse trägt nun auch schon die Brustwirbelsäule Rechnung. Entsprechend dem phylogenetischen Werden des vorerwähnten Prozesses, finden wir bei unserem kleinsten Embryo (abgesehen von den drei ersten, durch große Kürze ausgezeichneten Wirbeln) keine auffälligen Unterschiede in der Größe der einzelnen Wirbel. Aehnlich stellen sich die Verhältnisse bei dem nächst größeren Embryo. Den drei ersten Wirbeln mit 0,5, 0,75, 1,1 mm Länge stehen alle übrigen mit annähernd 1,5—1,6 mm gegenüber. Andere Ergebnisse liefern der ausgetragene Fötus und die erwachsenen Tiere. Da sehen wir, ohne die drei ersten Wirbel zu berücksichtigen, eine stete Zunahme der Länge der Wirbel vom 4. bis zu den beiden letzten, welche ungefähr gleiche Länge aufweisen. Aehnlich verhält es sich auch mit den Zwischenwirbelscheiben.

Es könnte scheinen, als ob diese Vergrößerung der Wirbel nur den Zweck hätte, den Ausfall in der Größe der drei ersten zu kompensieren. Dem ist aber nicht so, wie wir uns leicht überzeugen können, wenn wir die Länge der Brustwirbelsäule in den einzelnen Stadien auf die bezüglichen Längen Schnauzenspitze—Nabelmitte beziehen. Bei dem kleinsten Embryo stellt sich dieses Verhältnis auf 3,8 : 1,75 = 1 : 2,2; bei dem ausgetragenen Fötus auf 21,5 : 10,6 = 1 : 2,03. Wir sehen hieraus, daß nicht nur eine Kompensation, sondern auch eine beträchtliche direkte Verlängerung der Rückenwirbelsäule stattgefunden hat. Nach diesen Erörte-

rungen könnte man glauben, daß die Schrägstellung des Zwerchfells, das den Veränderungen der Wirbelsäule folgt, allein hierauf zurückzuführen ist. Wie wir uns aber sogleich überzeugen können, ist dies wahrscheinlich nicht zutreffend. Es ist gewiß noch ein zweiter Faktor beteiligt, das Brustbein, indem es einem Verkürzungsprozeß unterliegt.

Beziehen wir die Länge des Brustbeins bei dem kleinen Fötus auf die entsprechende Länge von der Schnauzenspitze bis zur Nabelmitte, so ergiebt sich das Verhältnis 1 : 3,8, bei dem erwachsenen Tier erhalten wir ein solches von 1 : 4,8. Das bedeutet aber, vorausgesetzt, das Längenwachstum der Körperregion Schnauzenspitze—Nabelmitte erfolgt gleichmäßig (wie Prof. KÜKENTHAL's Untersuchungen ergeben), daß im Laufe der fötalen Entwickelung sich das Längenwachstum des Brustbeins nicht unbedeutend vermindert. Wir erblicken darin, den ontogenetischen Beweis für eine im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwickelung eingetretene Verkürzung des Brustbeins.

Gleichzeitig mit diesem Befunde gewinnen wir bei Phocaena einen ziemlich sicheren Anhalt dafür, daß im Laufe ihrer Stammesgeschichte auch eine Verkürzung der Brusthöhle an der ventralen Seite stattgefunden hat, fanden wir doch bei früheren Untersuchungen, daß Länge des Brustbeins und ventrale Thoraxlänge beim Braunfisch fast völlig übereinstimmten.

Wir dürfen daraus nun aber nicht schließen, daß dies Verhalten alle Wale mit Phocaena teilen; im Gegenteil werden wir finden, daß die Wale bezüglich der Länge des Brustbeins sich sehr verschieden verhalten. Bei einigen ist das Brustbein länger als der Thorax an der Ventralseite, bei anderen ist dasselbe gerade umgekehrt außerordentlich kurz und begrenzt nicht mehr vollständig die Brusthöhle ventralwärts.

Es bedarf danach natürlich keiner weiteren Erörterung, daß wir die Verkürzung des Brustbeins und die Verkürzung der Brusthöhle nicht ausschließlich auf ein und dieselbe Ursache zurückzuführen haben. Für jene haben wir, wie ich glaube, die Loslösung der Rippen, die unzweifelhaft durch Anpassung an das Leben im Wasser erfolgt, hauptsächlich geltend zu machen. Für die Verkürzung der ventralen Brusthöhlenlänge war in erster Linie die oralwärts erfolgende Reduktion der Brusthöhle maßgebend, wie dies aus früheren Untersuchungen hervorging, daneben müssen wir aber wahrscheinlich noch eine Verschiebung der ventralen Zwerchfellinsertion nach vorn annehmen.

Fassen wir kurz zusammen, so haben wir gefunden, daß beim Braunfisch im Laufe der Fötalentwickelung die Brusthöhle an der dorsalen Seite vergrößert, aber umgekehrt an der der ventralen Seite, wohl um diese Größenzunahme zu kompensieren, verkleinert wird. Welche Konsequenzen sich daraus für die Gestaltung der Lungen ergeben, wollen wir im nächsten Kapitel betrachten.

II. Beluga leucas Gray.

Der Weißwal, dessen Untersuchung wir uns jetzt zuwenden wollen, weist in verschiedenen Punkten Abweichungen im Bau der Brusthöhle gegenüber Phocaena auf. Nur auf diese soll hier besonders eingegangen werden. Wie wir finden werden, hat Beluga viel besser als Phocaena alte Landsäugercharaktere bewahrt; auch in Bezug auf die Lungen wird sich dies aus den folgenden Ausführungen ergeben.

Bei dem Mangel geeigneter Litteraturangaben bin ich dabei gezwungen, mich zum größten Teil auf meine eigenen Befunde zu stützen, die ich an 3 Embryonen von 29 cm, 24 cm und 5,6 cm Länge gewonnen habe.

Der Thorax ist im Gegensatz zu dem bei Phocaena mehr seitlich zusammengedrückt, denn die Höhendurchmesser übertreffen, umgekehrt wie dort, die Querdurchmesser nicht unbeträchtlich. An der Brustapertur beträgt die Breite der Brusthöhle 1,75 cm, in Höhe der 4. Rippe 2,5 cm. Der Höhendurchmesser beträgt vorn 2,5 cm, in Höhe der 4. Rippe 4,5 cm. Während der Querdurchmesser von vorn nach hinten nur verhältnismäßig wenig zunimmt, steigt der Höhendurchmesser beträchtlich an. Zum größten Teil liegt das in der Schräglagerung des Brustbeins begründet, wie es leicht aus der beigegebenen Zeichnung zu ersehen ist. Ich werde hierauf noch kurz zurückzukommen haben (III, 8).

Die Wirbelsäule weist ähnliche Verhältnisse auf, wie sie bei dem kleineren Phocaena-Embryo vorliegen. Die Größenunterschiede der einzelnen Wirbel sind wie dort noch nicht erheblich. Meine Messungen ergaben für die beiden größeren Embryonen, wobei die Zwischenwirbelscheiben unberücksichtigt blieben, folgende Resultate:

Beluga leucas, Fötus, 24 cm Länge.

1.	Brustwirbel	2	mm	lang
2.	„	2,75	„	„
3.	„	3	„	„
4.	„	3,25	„	„
8.	„	3,75	„	„

Beluga leucas, Fötus, 29 cm Länge.

1.	Brustwirbel	2 mm	lang
2.	„	2,5 „	„
3.	„	3,2 „	„
4.	„	3,5 „	„
5.	„	4 „	„
6.	„	4 „	„
8.—12.	„	4,5 „	„

Die Gesamtlänge der Brustwirbelsäule (einschließlich der Zwischenwirbelscheiben) betrug bei No. II 5,2 cm, bei No. I 4,5 cm.

Von den 12 Rippen erreichen nur die ersten 5 das Brustbein. Die ersten 7 gehen mit der Wirbelsäule eine festere Verbindung ein, die hinteren sind nur locker mit ihr verbunden. In einem Falle fand ich die beiden letzten Rippen jeder Seite ohne jede gelenkige Verbindung. Sie hingen mit ihrem oberen Ende mittels Bandmassen lose an den Wirbelkörpern. Im ganzen sind die Rippen weniger stark caudalwärts gerichtet als bei Phocaena, die Rippenknorpel sind infolgedessen kürzer, und die Winkel, welche beide miteinander bilden, sind größer. Bei Phocaena fanden wir den ersten Rippenknorpel am größten, während die hinteren an Größe abnahmen. Hier ist im geraden Gegensatz zu dem Befunde bei Phocaena die erste Sternalrippe die kürzeste und die folgenden nehmen nach hinten an Größe zu. Eine Erklärung für solche Abweichungen giebt uns das Brustbein, bei dem wir wegen mancherlei Eigentümlichkeiten etwas verweilen müssen (III, 9).

Wie ich schon vorgreifend erwähnt habe, ist das Brustbein in auffälliger Weise schräg gelagert. Bei Phocaena war es mehr parallel der Bauchlinie gelegen, bei Beluga trifft dies nur für das letzte Fünftel zu, der übrige Teil aber wendet sich aufwärts und ist von unten und hinten schräg nach oben und vorn gegen die Wirbelsäule gerichtet. Die ventrale Fläche des Brustbeins schaut demnach statt ventralwärts mehr oralwärts. Wir werden gleich sehen, welchen Wert das für das Tier hat. Zu dem Zwecke müssen wir einer überraschenden Konvergenzerscheinung Erwähnung thun, welche sich dem Untersuchenden darbietet, und welche wahrscheinlich auch die Verlagerung des Brustbeins bedingt hat. Beluga ist vor fast allen Walen durch eine verhältnismäßig lange Halswirbelsäule ausgezeichnet. Die einzelnen Wirbel sind dazu merkwürdigerweise frei gegeneinander beweglich, wie auch Wyman[1]) bei dem von

1) Wyman, Description of a „White Fish" or „White Whale", in Boston Journ. of Nat. Hist., Vol. 7, No. 4, p. 606.

ihm untersuchten erwachsenen Weißfisch gefunden hat. Wie der Natur nun verschiedene Wege zu Gebote stehen, dasselbe Ziel zu erreichen, so sehen wir, daß, um den Kopf zu fixieren und gleichzeitig die Lücke, welche zwischen Kopf und Rumpf entsteht, vorteilhaft auszufüllen, — welches beides bei den meisten Cetaceen einfach durch Verkürzung der Halswirbelsäule erreicht wird, — hier kolossale Muskelpolster entwickelt sind, welche seitlich und ganz besonders an der ventralen Fläche des Brustbeins ihren Ursprung nehmen und nach dem Kopf zu sich erstrecken. Es wird hierdurch einmal die Bedingung der Fixation des Kopfes vollständig erfüllt, dann aber in ebenso zweckmäßiger Weise der zwischen Kopf und Rumpf (wegen der langen Halswirbelsäule) vorhandene Raum ausgefüllt, so daß am unversehrten Tier, gerade so wie bei Phocaena, von einem Halse nicht gesprochen werden kann.

Wir haben also gesehen, daß die Schräglagerung des Brustbeins vermutlich den Zweck hat, einer großen Muskelmasse Anheftung an demselben zu gewähren. Diese Anschauung findet eine Stütze in dem Vorhandensein zweier Muskelhöcker, welche zur Vergrößerung des Brustbeins noch beitragen. Sie liegen in der Nähe des äußeren Randes des Brustbeins zwischen den Einlenkungen der 1. und 2. Rippe. Sie erheben sich als lanzettförmige, flache Höcker, 2,5 mm hoch, 1,5 mm dick, an der Basis 3 mm breit, von der ventralen Brustbeinfläche und streben nach außen und ein wenig nach unten. Die beigegebene Zeichnung veranschaulicht diese merkwürdige Einrichtung (III, 8, 9).

Unterziehen wir das Brustbein, resp. den ganzen Thorax einer näheren Betrachtung, so sehen wir auch bei Beluga eine gewisse Asymmetrie zwischen den beiden Brusthälften, welche sich ausdrückt in der Einlenkung der Rippen, ihrem Verlauf und ihrer Wölbung. Merkwürdigerweise findet sich hier aber gerade das umgekehrte Verhältnis wie bei Phocaena. Die linke Brusthälfte ist nämlich die größere und die rechte die kleinere. Hervorgehoben zu werden verdient hierbei, daß auf der rechten Seite die Einlenkungen der Rippenknorpel am Brustbein mit den entsprechenden der anderen Seite nicht auf gleicher Höhe, sondern weiter rückwärts liegen.

Das Brustbein ist in seinem vorderen Teil ca. 2 cm breit, hinten mißt es in der Breite nur ca. 0,3 cm. Abgesehen von der schon beschriebenen Aufwärtsneigung des Brustbeins ist noch an ihm ventralwärts eine seichte Konkavität bemerkenswert, die

sich sowohl von hinten nach vorn, als auch von außen nach innen erstreckt. An seinem vorderen Rande weist das Brustbein einen halbmondförmigen Ausschnitt auf. Die ganze Länge des Brustbeins beträgt in No. I 2,5 cm, so daß sich daraus mit Bezug auf die Länge der Wirbelsäule (5,3 cm) ein Verhältnis von 1 : 2,1, für den anderen Embryo — bei einer Länge des Brustbeins von 2,25 cm und der Brustwirbelsäule von 4,5 cm — ein solches von 1 : 2 ergiebt.

Bei Phocaena waren wir imstande, aus diesen Proportionen die Ausdehnung der Brusthöhle an der dorsalen wie an der ventralen Seite zu beurteilen. Wir konnten uns damit gleichzeitig eine Vorstellung von der Stellung des Zwerchfells machen.

Bei Beluga ist dies deshalb nicht so ohne weiteres möglich, weil einmal das Brustbein, wie wir gesehen haben, sehr stark aufwärts, gegen die Wirbelsäule, geneigt ist, und weil zweitens das Zwerchfell nicht am Ende des Brustbeins, sondern noch ein ganzes Stück davor an diesem befestigt ist.

Können wir hieraus zugleich die Thatsache konstatieren, daß das Vorrücken des Zwerchfelles nicht notwendigerweise mit der Verkürzung des Brustbeins gleichen Schritt halten muß, so läßt sich andererseits nun auch erkennen, daß die für die dorsale und ventrale Thoraxwand der Beluga gefundenen Proportionen eher zu klein sind. Dann nähern sie sich aber schon Verhältnissen, wie sie bei Phocaena der ausgewachsene Fötus aufweist. Wenn aber schon diese verhältnismäßig kleinen Beluga-Embryonen ähnliche Proportionen aufweisen, dann wird durch die nach Analogie bei Phocaena im Laufe der weiteren fötalen Entwickelung zu erwartende Zunahme der Verschiebung der fraglichen Verhältnisse schließlich eine Proportion entstehen, die größer ist, als die, welche wir für den erwachsenen Braunfisch fanden. Daraus können wir aber schließen, daß der Stand des Zwerchfells bei erwachsenen Weißwalen wahrscheinlich noch schräger ist, als bei Phocaena.

Was nun das Zwerchfell selbst anbetrifft, so finde ich auch hier nicht einmal eine Andeutung eines sehnigen Centrums; das ganze Zwerchfell besteht hier ähnlich wie bei Phocaena aus einer sehr kräftigen Muskulatur.

Seine Insertion nimmt es in ähnlicher Weise wie bei Phocaena, vom Brustbein aufwärts, auf beiden Seiten in gleicher Weise, die 5. Sternalrippe entlang bis zum Rippenknorpelgelenk, — von da ab schräger aufwärts, immer aber etwas oberhalb der unteren

Rippenenden bleibend. An der letzten Rippe angelangt, biegt die Insertionslinie nun nicht nach aufwärts um, um wie bei Phocaena in Höhe des hinteren Randes der letzten Rippe der Befestigung an der Wirbelsäule zuzustreben. Die Insertionslinie erstreckt sich vielmehr in derselben Richtung noch ein Stück über die letzte Rippe hinaus, tritt also auf die Lendenmuskulatur über — und biegt dann erst unter spitzem Winkel nach vorn, innen und oben um. Wir haben hier ein Verhalten, das von dem Befunde bei Phocaena abweicht.

Die Zwerchfellhälften erscheinen, von hinten gesehen, ziemlich symmetrisch. Die Hohlvene liegt deutlich rechts von der Medianlinie, Schlund und Aorta treten ungefähr in der Medianlinie durch das Zwerchfell. Von der Seite gesehen, bei frei präparierten Rippen, erscheint das Zwerchfell stärker vorgewölbt, als wir es bei Phocaena fanden. Die höchste Kuppe der Zwerchfellwölbung liegt zwischen der 2. und 3. Rippe (III, 8).

Für das Herz bleibt ventralwärts in der Brusthöhle ein verhältnismäßig kleiner Raum übrig. Es senkt sich mit der Spitze in den Winkel ein, der vom aufwärts geneigten Brustbein und vom vorgewölbten Zwerchfell gebildet wird, und füllt den betreffenden Raum vollständig aus. Durch den Herzbeutel, der, soweit er die hintere flachgedrückte Fläche des Herzens bedeckt, fest mit dem Zwerchfell verwachsen ist, wird, indem er der Richtung des letzteren folgt, auch die Stellung des Herzens resp. der Herzaxe bestimmt. Sie bildet mit der Horizontalen einen Winkel von 60—70° und verläuft von oben und etwas vorn nach unten hinten und etwas links. Die Herzspitze liegt nur wenig links von der Medianebene.

Auf relativ große Abweichungen von früheren Befunden bei Phocaena stoßen wir, wenn wir uns die eigentlichen Brustfellsäcke etwas näher anschauen.

Im Gegensatz zu Phocaena, wo die Brustfellsäcke sich weit nach vorn ausdehnten, finden wir hier kaum eine Andeutung davon. Daß diese aber so wenig hervorspringen, liegt allein an dem fast senkrechten Verlauf der 1. Rippe, die bei Phocaena so auffällig nach hinten geneigt war und mit dem außerordentlich langen Rippenknorpel einen nach vorn offenen Winkel bildete. Bei Beluga fällt dies mehr oder weniger weg; die Sternalrippe ist kurz und der entsprechende Winkel nähert sich mehr einem gestreckten. Immerhin aber ragen beide Pleurahöhlen über die 1. Rippe hinaus, die linke mehr als die rechte — nämlich

3,5 mm, die linke nur 2,5 mm. Legen wir eine Eingangsebene an, so sehen wir, daß die Brustfellsäcke kaum darüber hinausreichen. In der That entspricht das der früher bereits geäußerten Ansicht, daß von dem Verkürzungsprozeß, der sich am Halse und an den ersten Rückenwirbeln abspielt, die Brustfellsäcke nicht betroffen werden. Wir finden hier den Prozeß der Verkürzung, wie ich schon früher angab, in viel geringerem Grade vor und müssen dementsprechend, wenn unsere Ansicht richtig ist, finden, daß die Brustfellsäcke nur um ein Geringes die Eingangsebene überschreiten, was thatsächlich die Untersuchung auch ergeben hat. Nach hinten erstrecken sich beide nicht gleich weit, der rechte reicht entschieden weiter nach hinten als der linke, wie ich auf das deutlichste auch an der Schnittserie vom Beluga-Embryo von 5,6 cm Länge kontrollieren konnte. Beide Brustfellsäcke erreichen mit ihren hintersten Enden die vordere Nierenspitze und laufen sogar noch ein Stückchen nebenher. Was aber besonders zu betonen ist, sie reichen nicht so weit caudalwärts wie bei Phocaena, bei der sie sich bis in Höhe des zweiten Nierendrittels nach hinten erstreckten. Ob hier aber die Nieren weiter zurückgelagert sind, daß auf diese Weise das merkwürdige Verhalten zn erklären ist, kann ich nicht entscheiden.

Im allgemeinen folgen die Brustfellsäcke den Rippen, über die ich das Nötige erwähnt habe. Auf einen Umstand möchte ich nur noch aufmerksam machen, der bei der Besprechung des Thorax uns entging, der aber hier bei den Brustfellsäcken nicht unerwähnt bleiben darf. Die ganze linke Brusthälfte erscheint auch innerlich breiter, wie man durch Messung direkt nachweisen kann; — dazu weist sie gegenüber der rechten Seite eine erheblich tiefere Aufwärtskrümmung der Rippen dorsal und seitlich von der Wirbelsäule auf.

Indem wir uns nun zur Betrachtung der Lungen wenden, möchte ich zunächst die wenigen Angaben, welche die Litteratur über diese Organe enthält, vorausschicken.

Wyman [1]) beschreibt die Lungen des von ihm untersuchten 10 Fuß langen Exemplares, wie folgt: „The lungs are very fleshy, not divided into lobes and are covered by a thick strong layer of fibrous tissue under the pleura.“ Watson und Young [2]), die ein Exemplar von 8 Fuß 7,5 Zoll Länge untersuchten, erwähnen in

1) Wyman, Description of „White Fish“ or „White Whale“, Boston Journ. of Nat. Hist., Vol. 7, No. 4, p. 609.

2) Watson and Young, Anatomy of the „Northern Beluga“, in Transact. of Roy. Soc. of Edinburgh, Vol. 29, p. 422.

ihrer ausführlichen Beschreibung desselben die äußere Gestalt der Lungen auch nur in knapper Weise. Beide Lungen hatten die gleiche Länge von 15 Zoll. Alle drei Flächen, die costale, die mediale und die Zwerchfellfläche waren glatt, die Pleura nicht in Falten gelegt. Von einer Lappenbildung war keine Spur zu finden. Die Pleura war dick und lederartig.

Was zunächst die Maße der Lungen der von mir untersuchten Exemplare anbetrifft, so fand ich folgende, die ich der Uebersichtlichkeit halber in nachstehender Tabelle wiedergebe:

Beluga 29 cm lang.

Rechte Lunge.		Linke Lunge.	
Länge	4 cm	Länge	3,8 cm
Dicke	1,7 „	Dicke	1,55 „
Breite	1,5 „	Breite	1,6 „

Beluga 24 cm lang.

Rechte Lunge.		Linke Lunge.	
Länge	3,5 cm	Länge	3,6—7 cm
Dicke	1,4 „	Dicke	1,5 „
Breite	1,9 „	Breite	1,7 „

Der kleine Embryo von 5,6 cm lag mir, wie schon erwähnt, in Schnitten vor; wenn ich auch die Längenverhältnisse nicht genau wiederzugeben vermag, so war ich doch imstande, zu bestimmen, daß die linke Lunge länger war, als die rechte, in Uebereinstimmung mit dem größeren Embryo von 24 cm Länge. Erwähnen möchte ich noch, daß die linke Lunge auch weiter nach vorn ragte, als die rechte, ganz entsprechend den Brustfellsäcken. Die größte Breite der rechten Lunge betrug 2,5 cm, die der linken 2,3 mm. Als größte Dicke resp. Höhe fand ich für die rechte Lunge 1,8 mm, für die linke 2 mm.

Im allgemeinen weicht die Form der Lungen von Beluga nicht wesentlich von der der Braunfischlungen ab. Im großen Ganzen erscheint die Lunge von Beluga im Vergleich zu der von Phocaena schlanker und mehr gestreckt. Der stumpfe Rand beider Lungen verläuft vom hinteren Ende bis gegen das vordere Viertel (ohne bemerkenswerte Krümmung) in fast gerader Richtnng. Erst der vorderste Teil senkt sich entsprechend der Krümmung der Wirbelsäule stark nach vorn und unten, ventralwärts, ab. Die costale Fläche ist links stärker gewölbt. — Der ventrale Lungenrand ist in den vorderen zwei Fünfteln bis zum Uebertritt auf das Zwerchfell stumpf. Soweit er die Zwerchfellfläche der Lunge begrenzt, ist er scharf, was aber gerade so wie bei Phocaena durch einen Anhang bedingt ist, den die herüberragende Lungenpleura bildet.

Unmittelbar hinter dem Herzen, also beim Uebertritt auf das Zwerchfell ist dieser fransenartige Anhang am breitesten. Er nimmt nach hinten an Breite ab und verliert sich am ventromedialen Rande, in welchen der Zwerchfellrand nicht unter spitzem Winkel wie bei Phocaena, sondern mit einer leichten Krümmung übergeht. Die ventrale Lungenfläche ist in ihrem vorderen Teil, der sogenannten Herzfläche, zur Aufnahme des Herzens ausgehöhlt. Von dem hinteren Teil der Zwerchfellfläche ist sie durch einen Querwulst getrennt, der unmittelbar hinter den Herzvorkammern liegt. Die Zwerchfellflächen der Lungen sind beide fast gleichmäßig muldenförmig vertieft. Einer Eigentümlichkeit haben wir an der rechten Lunge noch zu gedenken, deren meines Wissens bisher von keinem Autor Erwähnung gethan worden ist. Gerade so wie bei Phocaena, wenn auch nicht in dem ausgeprägten Maße, finden wir an der Spitze der rechten Lunge einen Eindruck, der dieselbe in 2 Läppchen teilt. In der Rinne verläuft, ebenso wie bei Phocaena, eine Vene, die in ähnlicher Weise, wie dort, die Spaltung der Lungenspitze herbeigeführt haben dürfte. Der Einschnitt ist bei weitem nicht so bedeutend, wie bei Phocaena, nichtsdestoweniger aber deutlich zu bemerken. Wyman[1]), Watson und Young[2]) machen darüber keine Angaben; — dennoch aber bleibt es fraglich, ob er nicht bei deren Exemplaren vorhanden gewesen. Vielleicht ist er wegen seiner Winzigkeit keiner besonderen Beachtung gewürdigt worden. Ich möchte dies aus der großen Regelmäßigkeit, mit der er bei meinen untersuchten Exemplaren vorhanden war, schließen. Bei den Lungen der drei untersuchten Belugaembryonen sowohl, wie bei zwei weiteren Lungen von Beluga, die mir Herr Professor Kükenthal gütigst zur Verfügung stellte, war mit gleicher Deutlichkeit der fragliche Einschnitt resp. Eindruck vorhanden (III, 10).

Schließlich haben wir noch zweier Lymphdrüsen-Packete zu gedenken, die, was Lage und Ausdehnung betrifft, sehr an ähnliche Verhältnisse bei Phocaena erinnern. Eine ausführliche Beschreibung derselben haben Watson und Young[3]) geliefert; der Vollständigkeit halber gebe ich dieselbe hier wieder: „Lying in close relation to the inferior border of each lung, and near the junction of its diaphragmatic and inner surfaces, is

1) Wyman, l. c. p. 609—610.
2) Watson and Young, l. c. 422—23.
3) Watson and Young, Anatomy of the „Northern Beluga" etc., Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh, Vol. 29, p. 422—423.

a large lymphatic gland (similar to that described by Dr. MURIE as occupying a corresponding position in Globiocephalus melas [1]). On the right side the gland measures 5 inches in length, and lies superficial to a second gland of equal size, which rests against the inner surface of the lung, and occupies the space between the ventral or inferior border and the hilum of the organ. On the left side there is but a single lymphatic gland, which corresponds in position to the most superficial of the two glands noted on the right side; it is, however, not so large by onehalf. Their exact nature could not be determined, but in all probability both sanguiferous and lymphatic vessels were present, as described by Dr. MURIE." Im wesentlichen deckt sich der Befund an meinen Embryonen hinsichtlich Lage und Ausbreitung mit diesen Angaben; ich möchte nur noch hinzufügen, daß durch diese Organe eine breitere Verbindung der Lungen mit dem Herzbeutel und gleichzeitig mit dem Zwerchfell herbeigeführt wird. Bei den Landsäugern, bei denen wir diese Organe an der entsprechenden Stelle vermissen, ist die Verbindung der Lungen mit dem Herzbeutel lediglich auf den Uebertritt der Pleura von den Lungen auf den Herzbeutel entlang der Gefäße beschränkt. Dadurch, daß sich hier aber diese drüsigen Organe zwischen Herzbeutel, Lungen und Zwerchfell einschieben, und zwar unterhalb der Pleura, wird diese von den Gefäßen abgelenkt. Indem sie die fraglichen, mit Lungen und Herzbeutel fest verwachsenen Organe überzieht, wird eine breite und dabei sehr feste Verbindung zwischen Lunge und Herzbeutel hergestellt.

Nachdem durch unsere Untersuchungen der ontogenetische Beweis dafür erbracht ist, daß sich bei den Cetaceen im Laufe ihrer Stammesgeschichte allmählich eine Gestaltsveränderung der Brusthöhle, eine Vereinfachung ihrer Raumverhältnisse herausgebildet hat, gewinnen mit einem Mal die einförmigen Wal-Lungen an Interesse und Bedeutung. Da die Lungen abhängig sind von dem Raum, in den sie eingebettet sind, kann es uns nicht wunder nehmen, wenn sie bei den Cetaceen völlig ungelappt, langgestreckt und verhältnismäßig schmal sind, dient doch der ventrale Teil der Brusthöhle infolge Verschmelzung des Herzbeutels mit dem Zwerchfell und infolge Reduktion des vordersten Teils der Brusthöhle fast nur noch der Aufnahme des Herzens. Wenn wir nun

1) MURIE, On the organisation of the Caaing Whale (Globic. melas), Trans. Zool. Soc., Vol. 3, p. 265.

den Weg, den vermutlich die Stammesentwickelung des Cetaceenthorax genommen hat, zurückverfolgen, dann dürften wir einmal dahin kommen, wo die Herzbeutel nicht mehr in Verbindung stände mit dem Zwerchfell, sich vielmehr in beträchtlicher Entfernung von ihm befände, und wo schließlich auch vor dem Herzen Raum entstanden wäre. Es hätte sich damit aus einer sehr einfachen Brusthöhle eine höchst komplizierte, ähnlich wie bei den Carnivoren herausgebildet, der sich die Lungen dann in gleicher Weise vielleicht wie bei diesen durch Lappenbildung anpaßten.

Dieser Gedanke schwebte mir vor, als ich mich von neuem an die Untersuchung der Phocaenalunge machte. Allein bei den Lungen der erwachsenen Braunfische konnte ich nicht den geringsten Anhalt für meine Vermutung gewinnen. Ich untersuchte dann den großen Embryo, aber auch hier war äußerlich keine Andeutung einer Lappenbildung wahrzunehmen. Erst als ich die Pleura abhob, zeigten sich einzelne seichte Rinnen im Lungengewebe, von denen eine an der rechten Lunge besonders deutlich war. Sie trennte, wie ich nachher bei der Maceration der injizierten Lunge feststellen konnte, einen kleinen vorderen Lungenteil, der von dem trachealen Bronchus ausschließlich versorgt wurde, von dem großen hinteren Abschnitt. Beluga hat mir aber deutlichere Befunde geliefert, hier waren geradezu Einschnitte im Lungengewebe vorhanden. Nichts liegt näher, als die Rinnen und Einschnitte, welche wir an embryonalen Lungen von Walen fanden, für die letzten Anzeichen einer früheren Lappenbildung anzusehen. Nach den Angaben ANDERSON's über Orcella zu schließen: „In the Foetus the apex of the lung is not bevelled off, but lung partially divided into lobes" kommen bei diesem in mancher Hinsicht auf primitiver Stufe stehen gebliebenen Wal die fraglichen Verhältnisse noch besser zum Ausdruck. Ich stehe deshalb gar nicht an, auf Grund dieser Befunde und unter besonderer Berücksichtigung der Thatsache, daß eine Vereinfachung der Form der Brusthöhle erfolgt ist, den Schluß zu ziehen, daß **die Wale von Tieren abstammen, die gelappte Lungen gehabt haben** (III, 11).

III. Hyperoodon rostratus LILLEJ.

Zur Verfügung stand mir ein Embryo des Entenwals von 55 cm Länge.

1) ANDERSON, Orcella, in Anatomical and Zoological Results of the two Expeditions to Western Yunnan, Vol 1, p. 388.

Trotz zahlreicher, z. T. recht ausführlicher Arbeiten über Hyperoodon sind einzelne Organe desselben doch nur sehr oberflächlich untersucht worden. Besonders trifft dies für die Lungen zu. Ich werde daher auch hier nur auf meine eigenen Untersuchungen angewiesen sein. Was dagegen den Thorax betrifft, so habe ich wertvolle Angaben bei ESCHRICHT [1]) und VROLIK [2]) gefunden.

Bevor wir uns der Betrachtung der Lungen zuwenden, wollen wir auch bei diesem Wal kurz den Thorax untersuchen. Wir werden dabei auf recht bedeutende Abweichungen im Vergleich zu Phocaena und Beluga stoßen. Was die Gestalt der Lungen betrifft, so ist entschiedene Aehnlichkeit mit denen der Bartenwale vorhanden.

Wie nach ESCHRICHT schon SCHLEGEL [3]) richtig angiebt, ist der Entenwal vor allen übrigen Walen dadurch ausgezeichnet, daß der Brustkasten kurz und weit ist; überhaupt ist das Rumpfskelett des Hyperoodon dadurch charakterisiert, daß die Wirbelsäule von zwar sehr kräftigen, aber nicht zahlreichen Wirbeln gebildet wird. Wir treffen hier die geringste Wirbelzahl unter den Walen an, nämlich 45—46. Hauptsächlich betrifft die Verminderung der Wirbelzahl die Brustregion, indem nur 9 Rückenwirbel, aber um so kräftigere, vorhanden sind.

Betrachten wir die Brustwirbel näher, so können wir auch hier die Unterschiede in der Länge der einzelnen deutlich wahrnehmen. Die Maße, die ich für die einzelnen Wirbel erhoben, sind folgende:

1.	Brustwirbel	0,55	cm
2.	„	0,75	„
3.	„	0,75	„
4.	„	0,82	„
5.	„	0,95	„
6.	„	1,0	„
7.	„	1,0	„
8.	„	1,1	„
9.	„	1,1	„

Die Gesamtlänge der Brustwirbelsäule beträgt 8 cm.

Gegenüber der verhältnismäßigen Kürze der Wirbelsäule ist das Brustbein lang zu nennen. Es ist vorn zwischen den ersten

1) ESCHRICHT, Zoolog.-anat.-physiolog. Untersuchungen über die nordischen Waltiere, Leipzig 1849.

2) VROLIK, Natuur- en ontleedkundige Beschouwing van den Hyperoodon, Haarlem 1842.

3) ESCHRICHT, l. c. S. 46.

beiden Rippen 3 cm breit, in Höhe der 3. Rippe 2,3 cm und am Ende 1,5 cm. Abgesehen von seinem vorderen Teil — einem Viertel der ganzen Länge entsprechend, — welcher ähnlich wie bei Beluga, aber bei weitem nicht in dem Grade, dorsalwärts geneigt ist, verläuft das Brustbein in wagerechter Richtung.

Von den 9 Paar Rippen, die vorhanden sind, erreichen nur 5 Paar das Brustbein. Die Länge der wahren Rippen nimmt von der 1. bis 5. Rippe zu, in gleichem Maße auch die Sternalrippen, so daß die letzte, wie bei Beluga, die längste ist. Die falschen Rippen nehmen nach hinten zu an Größe ab. Im allgemeinen sind die Rippen bei Hyperoodon mehr caudalwärts geneigt, als bei Beluga, ganz besonders die falschen, die mehr oder weniger horizontal gelagert sind.

Im ganzen erscheint der Thorax in dorso-ventraler Richtung zusammengedrückt. Vorn an der Brustapertur betrug die Höhe 3,6—3,7 cm; die größte Breite 4 cm, in Höhe der 5. Rippe die Höhe 6,5 cm, die Breite 7 cm. Auch bei dem erwachsenen Tier sind ähnliche Verhältnisse vorhanden, wenigstens ist aus der Zeichnung, die Vrolik[1]) vom knöchernen Brustkorb gegeben hat, deutlich zu ersehen, daß der Höhendurchmesser der Brusthöhle dem Querdurchmesser nicht gleichkommt.

Eine kurze Betrachtung der Zwerchfellinsertion läßt die Kürze der Brustwirbelsäule resp. des Brustkorbes in einem anderen Licht erscheinen. Wir finden nämlich, daß das Zwerchfell sich nicht am hinteren Ende des Brustbeins, sondern eine beträchtliche Strecke davor anheftet. Die Insertionslinie verläuft zwischen der 4. und 5. Rippe, tritt noch unterhalb des Rippenknorpelgelenkes der letzteren Rippe auf diese selbst über. Sie erreicht schließlich wie bei den anderen Walen, indem sie immer in der Nähe der Rippenenden bleibt, die letzte Rippe, die, wie schon erwähnt, sehr stark nach hinten geneigt ist. Von hier aus wendet sie sich nun fast senkrecht zur Wirbelsäule und endet an dieser in Höhe des hinteren Endes des 2. Lendenwirbels.

Die Ausdehnung der Brusthöhle an der dorsalen Seite beträgt 9,75 cm, die Entfernung der ventralen Zwerchfellinsertion von der Brustapertur 5,15 cm. Mithin ergiebt sich aus diesen beiden Maßen ein Verhältnis von 1:1,89. Wir

---

1) Vrolik, Natuur- en ontleedkundige Beschouwing van den Hyperoodon, Haarlem 1848, Taf. IV, Fig. 7.

können danach beurteilen, daß der Stand des Zwerchfells bei Hyperoodon steiler sein muß, als bei Phocaena und Beluga.

Das Diaphragma ist bei Hyperoodon außerordentlich kräftig entwickelt. Nur in der unmittellbaren Umgebung des Aortenschlitzes ist die Muskulatur spärlich vorhanden. Von ganz erheblicher Dicke sind die seitlichen Teile des Zwerchfells, die sich von den Rippen nach dem Centrum begeben, sie sind selbst kräftiger entwickelt, als die von der Wirbelsäule herabsteigende Portion, die Pars lumbalis.

Die Brustfellsäcke sind nicht von gleicher Länge, der rechte mißt 10,5 cm, der linke nur 10 cm. Der rechte Pleurasack reicht etwas weiter nach vorn, als der linke, dieser aber erstreckt sich dafür weiter nach hinten und kommt mit seinem äußersten Ende etwas neben der linken Niere zu liegen. Der rechte Brustfellsack bleibt von der rechten Niere, die ungefähr auf gleicher Höhe mit der linken liegt, durch einen Zwischenraum von 0,75 cm Länge getrennt.

Das Herz schien um seine Längsachse gedreht, so daß der linke Ventrikel gegenüber dem rechten zurückverlagert war. Die linke Herzhälfte war stark hervorgewölbt und berührte die linke Brustwand, die rechte fiel dagegen mehr glatt ab, ohne die entsprechende Brustwand zu berühren. Der Herzbeutel war mit dem Zwerchfell verwachsen, und die hintere Herzwand stand mehr senkrecht.

Indem wir nun dazu übergehen, die Lungen zu betrachten, muß zunächst hervorgehoben werden, daß die Form der Lungen des Hyperoodon wesentlich verschieden ist von der bei Phocaena und Beluga. Während wir bei diesen beiden eine tiefe und kompakte Lunge fanden, haben wir hier eine langgestreckte, ähnlich der, wie sie uns noch einmal bei den Bartenwalen begegnen wird.

Zum Unterschied von der Lunge bei Phocaena und Beluga fehlt ihr jener merkwürdige Anhang, den wir bei jenen am ventralen Rande fanden. Die Pleura liegt demgemäß dem sog. Zwerchfellrande der Lunge an und zeigt nicht die geringsten Andeutungen eines franzenartigen Saumes (IV, 13).

Zwischen den beiden Lungen des Hyperoodon besteht eine ziemliche Asymmetrie, sowohl hinsichtlich der Länge als auch der Breite (III, 12).

Die rechte Lunge war 7,1 cm lang, die linke nur 6,2 cm. Wie man sich nach der beigegebenen Zeichnung überzeugen kann,

ist die rechte Lunge gerade um so viel länger wie die linke, als die Länge des zungenförmigen Läppchens am vorderen Ende der rechten Lunge ausmacht, und die ungefähr 1 cm beträgt. Dieses Läppchen, der lobus azygos im Sinne ALLEN's[1]), hat eine größte Breite von 1,2 cm und eine größte Dicke von ca. 1 cm.

Was seine Entstehung betrifft, so kann ich auf die Ausführungen bei Phocaena verweisen, denn unzweifelhaft haben wir es hier mit einer ganz ähnlichen Bildung zu thun wie dort. Ein Unterschied gegenüber Phocaena besteht nur darin, daß der Einschnitt nicht von der Tiefe ist wie dort, und daß die entsprechenden Läppchen hinsichtlich der Größe sich gerade umgekehrt verhalten wie bei Phocaena.

Bei Hyperooden ist der bei weitem größere Lappen medialwärts gelegen und fast bis gegen die Spitze mit der Luftröhre verwachsen, während der lateral gelegene nicht besonders hervortritt. Auch an der linken Lunge macht sich eine Andeutung eines solchen, ebenfalls medianwärts gelegenen Lappens bemerkbar.

Entsprechend dem rechten Brustfellsack reicht auch die rechte Lunge weiter nach vorn, als die linke, und zwar fast annähernd um die Länge des eben erwähnten Lobus azygos. Nach hinten erstreckt sich aber die linke Lunge weiter als die rechte, wie wir ein ähnliches Verhalten auch für die Brustfellsäcke konstatieren konnten. Die größte Breite — gemessen an der ventralen Fläche, am Uebergang der Herz- in die Zwerchfellfläche — betrug für die rechte Lunge 3,1 cm, für die linke Lunge 2,7 cm. In Bezug auf die Dicke übertrifft die linke Lunge die rechte. Für diese beträgt die größte Dicke in Höhe des Ueberganges der Herz- in die Zwerchfellfläche 2,6 cm, während ich für die linke Lunge eine größte Dicke von 3,0 cm fand. Von einem stumpfen Rande kann man kaum sprechen, ganz besonders bei der rechten Lunge. Costale und mediale Fläche gehen vielmehr ohne eigentliche Grenze, wie sie bei Phocaena und Beluga deutlich vorhanden war, über. Etwas deutlicher tritt er an der linken Lunge hervor, zumal die costale Fläche der linken Lunge viel steiler abfällt, als die der rechten. Die mediale Fläche der linken ist gegenüber der rechten klein und weist wie bei Phocaena und Beluga eine erhebliche Rinne auf, die vom Eintritt des Bronchus in die Lunge bis fast gegen das hintere Ende desselben zu verfolgen ist und zur Aufnahme der Aorta dient. Diese verhindert dadurch, daß sie un-

1) Dr. W. ALLEN, l. c. S. 610.

mittelbar vor dem Bronchus der linken Lunge aufsteigt, eine Verwachsung des Lungengewebes mit der Trachea, wie sie an der rechten Lunge bei fast allen Walen beobachtet wird. Die ventrale Fläche beider Lungen weist ganz ähnlich wie bei Phocaena und Beluga einen Querwulst auf, wodurch sie wie bei jenen in Herz- und Zwerchfellfläche geschieden wird. Beide sind nicht unerheblich ausgehöhlt (IV, 13).

Bezüglich der Ränder möchte ich erwähnen, daß nur der medio-ventrale und der costo-ventrale Rand, soweit sie auf dem Zwerchfell liegen, scharf sind, daß dagegen die übrigen Teile abgerundet und stumpf erscheinen. Zum Schlusse sei noch bemerkt, daß am hinteren Lungenende der kosto-ventrale und medio-ventrale Rand nicht unter einem spitzen Winkel zusammenstoßen, sondern daß entsprechend der hinteren Pleuragrenze der costo-ventrale fast senkrecht zur Wirbelsäule abknickt und auf den medio-ventralen stößt. Mit anderen Worten, die Lunge verschmälert sich nach hinten nicht, sondern ist dort annähernd so breit, wie in der Mitte (III, 12).

IV. Balaenoptera musculus.

War die Litteratur über die Lungen der Zahnwale schon mangelhaft zu nennen, so trifft dies in noch viel höherem Grade für die Lungen der Bartenwale zu. Nicht eine einzige auch nur annähernd ausführliche Angabe steht uns hier zur Verfügung. Die meisten Forscher, welche Gelegenheit hatten, Bartenwale zu sezieren, mußten wegen hochgradiger Fäulnis der Lungen darauf verzichten, genauere Angaben über diese Organe zu machen. Kaum besser steht es inbetreff der Lungen um die sonst ausführlichen Arbeiten von Carte und Macalister[1]) und von Y. Delage[2]). Die brauchbarsten Angaben sind noch in den alten Werken enthalten, so besonders in den vortrefflichen Untersuchungen über „die nordischen Waltiere" von Eschricht[3]). Ich werde im Verlauf meiner Arbeit gerade auf diese Abhandlung öfters zurückzukommen haben. Außer Eschricht's Arbeit liefert auch die von Y. Dellage uns wertvolle Beiträge zur Kenntnis der knöchernen Grundlage des Brustkorbes. Ich kann mich bei der

1) Carte und Macalister, On the anatomy of Balaenoptera rostrata. Philos. Transact., Vol. 158, 1868.

2) Y. Delage, Histoire du Balaenoptera musculus. Arch. zool. exp., T. 3, 1885, p. 41—56.

3) Eschricht, Zoolog.-anatom.-physiolog. Untersuchungen über die nordischen Waltiere, Leipzig 1894, S. 97—141.

Darstellung der Thoraxverhältnisse auf diese Ausführungen um so mehr beziehen, als sie mit meinen Befunden annähernd übereinstimmen.

Die vorliegenden Untersuchungen sind an zwei Föten von Balaenoptera musculus vorgenommen worden: einem größeren Exemplar von 104 cm und einem kleineren von 59 cm direkter Körperlänge. Daneben hatte ich die günstige Gelegenheit, meine Befunde an einem Embryo von Balaenoptera rostrata von 17,5 cm Länge, welcher mir in einer tadellosen Schnittserie vorlag, zu kontrollieren und zu vervollständigen.

Wir lenken unsere Aufmerksamkeit zunächst am besten wieder auf die Wirbelsäule. Auch hier finden wir wieder dieselben Größenverschiedenheiten der einzelnen Brustwirbel vor, wie wir sie bei den Zahnwalen schon kennen gelernt haben. Von dem ersten bis zum letzten nehmen die Brustwirbel an Länge zu, wie aus der beifolgenden Tabelle zu entnehmen ist. Die Zwischenwirbelscheiben zeigen bei dem größeren Embryo wenigstens ein ähnliches Verhalten wie die Wirbel; sie werden vom 1. bis 14. beständig stärker. Zuverlässige Messungen habe ich indessen nicht aufnehmen können; ich gebe deshalb in der Tabelle nur die Längen der einzelnen Brustwirbel wieder:

1. Brustwirbel	5,5	mm	6. u. 7. Brustwirbel	11	mm
2. „	5	„	8. „	11,5	„
3. „	7	„	9. u. 10. „	12	„
4. „	9	„	11., 12. u. 13. Brustwirbel	13	mm
5. „	10	„	14. u. 15. Brustwirbel	13—14	„

Die ganze Länge der Brustwirbelsäule also inkl. Wirbelscheiben betrug 22 cm.

Ehe wir eine Vergleichung dieser Größe mit der Längsausdehnung der Brusthöhle an der ventralen Seite anstellen, wird es zweckmäßig sein, wenn wir die betreffenden Verhältnisse zunächst einer näheren Betrachtung unterziehen. Die ventrale Brustwand wird nicht mehr ausschließlich vom Brustbein gebildet, wie es bei den von mir untersuchten Zahnwalen noch der Fall war; im Gegenteil trägt dasselbe hier nur im geringen Maße bei, die Brusthöhle ventralwärts zu begrenzen. Es stellt noch einen kleinen Knochen dar, welcher der 1. Rippe allein Anheftung gewährt. Zum größten Teil ist an seine Stelle eine kräftige Muskulatur getreten.

Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß wir es hier mit einem Schwund des Brustbeins durch Anpassung an die Lebensweise im Wasser zu thun haben. Wie noch erinnerlich sein wird, macht sich bereits bei den Zahnwalen dieser Prozeß, wenn auch im geringeren Grade, bemerkbar. Wir

sahen dort schon, daß sich die sogenannten wahren Rippen stark reduzierten; in der Regel scheinen nur noch 5 Rippen mit dem Brustbein verbunden zu sein. Aber auch bei den Zahnwalen kann der Prozeß schon weitergehen, so entnehme ich wenigstens der Abhandlung von Eschricht: „On the Gangetic Dolphin“[1]), daß von den 11 Rippen nur 4 mit dem Sternum verbunden waren. Ebenso verhält sich nach Bambeke Delphinus globiceps[2]). Andererseits werden aber auch mehr als 5 wahre Rippen beobachtet, wie Monodon lehrt, der deren 6 besitzt. Bei den Bartenwalen ist dieser Prozeß nur noch weiter gegangen; es kam zur Loslösung sämtlicher Rippen bis auf die erste, die ihre Verbindung mit dem Brustbein bewahrt hat. Es ist überflüssig, zu betonen, daß damit natürlich das Brustbein schwinden mußte. Eine wesentliche Stütze dieser Anschauung liefert Eschricht[3]) selbst, wenn er sagt: „Von der hinteren Spitze des Brustbeins erstreckt sich aber in der Mittellinie der unteren Brustwand ein Faserbündel, an welches noch das Brustende des 2. und 3. Rippenpaares reicht.“

Es kann wohl kaum zweifelhaft sein, daß wir hierin den Beweis erblicken dürfen, daß auch bei den Bartenwalen resp. ihren Vorfahren einst mehrere Rippen mit dem Brustbein in Verbindung gestanden haben.

Warum der Prozeß der Loslösung der Rippen vom Brustbein bei den Bartenwalen weitergegangen ist, als bei den Zahnwalen, läßt sich nicht so ohne weiteres einsehen.

Vielleicht hängt die dadurch herbeigeführte Dehnungsfähigkeit des Thorax mit der Lebensweise der Bartenwale zusammen, indem diese, um den großen Bedarf an Nahrung, die noch dazu meist in kleinen Tieren bekanntlich besteht, zu decken, verhältnismäßig längere Zeit unter Wasser zu bleiben gezwungen sind, als die Zahnwale, die sich in der Regel von größeren Tieren nähren.

Es ist vielleicht aber auch denkbar, daß der fragliche Prozeß bei den Bartenwalen nur deshalb weitergegangen ist, weil bei ihnen, wie es mir scheint, die Zwerchfellatmung schwächer entwickelt ist, als bei den Zahnwalen, bei denen Brust- und Zwerchfellatmung gleich kräftig zu erfolgen scheinen. Wenn bei den Bartenwalen

1) Eschricht, „On the Gangetic Dolphin“, The Annals and Magazine of Nat. Hist., Vol. 9, II. Series, London 1852, p. 187.

2) van Bambeke, Quelques Remarques sur les squelettes de Cetacés, Bulletins de l'Académie royale de Belgique, 2. sér., T. XXVI, 1868, p. 44.

3) Eschricht, Untersuchungen über die nordischen Waltiere, Leipzig 1849, p. 140.

dann zum Ersatz des Ausfalls in der Zwerchfellatmung sich die übrigen Inspirationsmuskeln kräftiger entwickelten, konnten sie auch einen viel stärkeren Zug auf die Rippen ausüben und diese schließlich zur völligen Loslösung bringen.

Damit in Einklang zu bringen ist vielleicht die Beobachtung, daß das Zwerchfell bei dem großen Fötus verhältnismäßig schwächer entwickelt war, als bei den betrachteten Zahnwalen. Ich konnte in ihm zwischen Oesophagus und Hohlvene auch eine Stelle von etwa Markstücksgröße konstatieren, die gänzlich der Muskulatur entbehrte. Wir hätten demnach hier ein kleines sehniges Centrum zu unterscheiden.

Zur Erzielung einer größeren Erweiterungsfähigkeit des Thorax sehen wir auch an den oberen Enden der Rippen zweckmäßige Veränderungen vor sich gehen. Während bei den Zahnwalen, im allgemeinen wenigstens, bei den vorderen Rippen noch eine Verbindung mit den Wirbelkörpern stattfindet, sind bei den Bartenwalen die oberen Rippenenden nur mittelst ihres Höckerchens und wahrscheinlich ohne Synovialartikulation an die äußersten Enden der Querfortsätze der Brustwirbel befestigt. Nur bei einigen finden sich noch Anklänge an typische Verhältnisse vor, indem auch die Köpfchen vorhanden sind. Sie sind aber in der Regel nicht mehr lang genug, den Körper der Wirbel zu erreichen. Die Verbindung mit diesen wird dann aber durch ein starkes Band vermittelt [1]). Noch andere Veränderungen sind an den Rippen offenbar durch Anpassung an das Leben im Wasser entstanden. Die sogenannten Sternalrippen sind geschwunden und scheinen bei den erwachsenen Tieren auch nicht mehr beobachtet zu sein. Für den Fötus von Balaena mysticetus [2]) sind sie aber durch Eschricht und Reinhardt nachgewiesen worden.

Mit dem Fortfall der Sternalrippen, die bei den Zahnwalen noch ganz besonders durch ihre Verknöcherung einen wirksamen Schutz gegen das Zusammengedrücktwerden des Thorax bildeten, sehen wir, wie die Vertebralrippen allein diese Funktion übernehmen. Sie verlängerten sich wahrscheinlich zu diesem Zweck stark und erreichten zum Teil fast die ventrale Brustwand.

Eine Kompression des Thorax in dorso-ventraler Richtung ist dadurch auch bei den Bartenwalen verhindert. Auch ein Auseinanderweichen der beiderseitigen Rippenenden ist vermöge der sich zwischen ihnen ausspannenden, das Brustbein ver-

1) Delage, l. c. S. 52.
2) Flower, Osteologie der Säugethiere, S. 104.

tretenden Muskulatur bis auf ein geringes Maß beschränkt. Nur soweit es die Respiration erfordert, weichen die gegenseitigen Rippenenden auseinander, bei den Glattwalen in geringerem, bei den Furchenwalen in höherem Grade.

Daß auch die 1. Rippe, die noch mit dem Brustbein verbunden ist, eines Rippenknorpels entbehrt, hat wohl seinen Grund in der Notwendigkeit, eine größere Festigkeit des Brustkorbes zu erzielen. Darauf scheint mir schon der Umstand hinzudeuten, daß die erste Rippe gegen ihr distales Ende stark verbreitert ist, wodurch wiederum eine kräftigere Verbindung mit dem Brustbein herbeigeführt wurde [1]). Die Bartenwalrippen sind im allgemeinen gegenüber den Rippen der Zahnwale von einer bedeutenderen Stärke. Ihr Verlauf ist ähnlich wie bei den Zahnwalen. Die ersten Rippen sind noch wenig nach hinten geneigt, die folgenden mehr, und die letzten Rippen stehen fast horizontal [2]).

Der Thorax der Bartenwale zeigt nicht die Tonnenform, die man bei den Zahnwalen in der Regel antrifft. Es tritt vielmehr die seitlich zusammengedrückte Form, also scheinbar eine Annäherung an die ursprüngliche, kielförmige Gestalt des Brustkorbes hervor. Der Höhendurchmesser betrug bei dem großen Fötus von 104 cm Länge (unmittelbar vor dem Zwerchfell in Höhe der 5. Rippe) 15 cm, dagegen fand ich einen größten Querdurchmesser von nur 9 cm. Von dem kleinen Fötus bin ich nicht imstande, genaue Maße anzugeben, dagegen kann ich sie für den kleinen Embryo von Balaenoptera rostrata von 17,5 cm Länge anführen. Der Höhendurchmesser betrug 1,9 cm, der Querdurchmesser nur 1,6 cm. Gerade so scheint sich dies Verhältnis auch bei den erwachsenen Bartenwalen zu stellen. Wenigstens giebt ESCHRICHT an, den Querdurchmesser immer etwas kleiner als den Höhendurchmesser gefunden zu haben [3]).

Nachdem wir so einen Einblick in die Thoraxverhältnisse erlangt haben, wollen wir kurz noch die Pleurasäcke betrachten und dann die Lungen einer Untersuchung unterziehen.

Die Insertionslienie des Zwerchfells erstreckt sich von der ventralen Bauchwand, wo letztere mit der Brust- resp. Bauchmuskulatur in enger Verbindung steht, in der Nähe der 6.—11. Rippe in ganz leichtem Bogen nach hinten und etwas aufwärts. Bei der

1) ESCHRICHT, Untersuchungen über die nordischen Waltiere. Leipzig 1849, S. 139.
2) DELAGE, l. c. S. 53.
3) ESCHRICHT, l. c. S. 140.

21. Rippe wendet sich die Anheftungslinie stark nach oben, entfernt sich daher erheblich von den Rippenenden, so daß sie bereits die 14. Rippe in der Mitte ungefähr schneidet. Wenig dahinter haben wir den äußersten Stand des Zwerchfells und damit der Brustfellsäcke zu suchen. Die 15. Rippe erreicht das Zwerchfell nicht mehr. Seine Insertionslinie wendet sich kurz vor derselben, dem Verlauf der Rippen folgend, nach vorn und oben um und endet an der Wirbelsäule zwischen der 14. und 15. Rippe (IV, 14).

Der Stand des Zwerchfells scheint im Verhältnis zu dem bei Zahnwalen erheblich schräger zu sein. Indessen ist es schwer, an der Hand von Zahlen dieses Verhältnis auszudrücken. Als Maße für die dorsale Kante der Brusthöhle können wir die Länge der Brustwirbelsäule wählen: 22 cm. Die ventrale Ausdehnung aber läßt sich nicht so genau ermitteln. Wir haben hier ähnlich, wie wir es bei Beluga sahen, eine starke Aufwärtsneigung der vorderen Hälfte der ventralen Brustwand. Eine ungefähre Einsicht bekommen wir aber dennoch, wenn wir die Entfernung der ventralen Zwerchfellinsertion von der 1. Rippe — 10 cm — mit jenem Maß vergleichen. So erhalten wir also ein Verhältnis von 1 : 2,2. In Wirklichkeit dürfte sich das fragliche Verhältnis aber noch günstiger gestalten.

Was die Vorwölbung des Zwerchfells in die Brusthöhle hinein betrifft, so erinnere ich mich nicht, sie so stark bei den Zahnwalen gefunden zu haben. Am zweckmäßigsten können wir uns die Gestalt der Kuppel vorstellen, wenn wir uns in der Medianlinie einen Schnitt durch den Körper gelegt denken. Die Mittellinie des Zwerchfells, die wir dabei auch treffen, verläuft nicht durchweg geradlinig nach unten. Von der dorsalen Insertion bis in Höhe der 6. Rippe verläuft sie zunächst annähernd in gerader Linie. Merkwürdigerweise entfernt sie sich dabei nur sehr wenig von der Wirbelsäule. Der Raum, welcher zwischen beiden entsteht, reicht gerade für Schlund und Aorta. Von der 6. bis in Höhe der 11. Rippe, wo er durch das Zwerchfell tritt, liegt der Schlund auf dem Zwerchfell in einer Art Rinne, die jenes bildet, und ist mit ihm durch lockeres Bindegewebe verbunden. In Höhe der 5. oder 6. Rippe wendet sich die Medianlinie des Zwerchfells plötzlich ventralwärts und richtet sich im unteren Teil etwas nach rückwärts (IV, 14).

Das Herz füllt den ganzen ventralen Brustraum bis zu halber Höhe ganz aus. Mit seiner Spitze ragt es in den Winkel, welchen Zwerchfell und ventrale Brustwand miteinander bilden, hinein.

Soweit ich mich überzeugen konnte, lag die Spitze ungefähr in der Medianebene, wenigstens war sie nicht wesentlich nach links oder rechts abgelenkt. Daß der Herzbeutel mit dem Zwerchfell in großer Ausdehnung verwachsen war, bedarf wohl kaum der Erwähnung, finden wir dies Verhalten doch allgemein bei den Walen.

Der Herzbeutel war auf beiden Seiten und vorn von einer 1—2 mm, an manchen Stellen noch dickeren Schicht eines graurötlichen, nicht sehr festen Gewebes bedeckt. Er beschränkte sich darauf aber nicht, sondern ragte oben und hinten über die Ränder des Herzens heraus und lag so frei jederseits lateral von der Lunge, diese teilweise verdeckend, und zu beiden Seiten der Zwerchfellkuppel. Ich glaube, daß es sich um nichts weiter als um subpleurales Fett handelt. Bei dem kleineren Embryo war dasselbe übrigens in viel geringerem Grade vorhanden. Bei dem erwachsenen Tiere scheint es überhaupt zu fehlen. Sicherlich hätte man doch sonst so auffälliger Gebilde Erwähnung gethan (IV, 14).

Bezüglich der Längenausdehnung der Pleurasäcke ist zu erwähnen, daß der rechte ein wenig weiter nach vorn und auch nach hinten reicht, als der linke Brustfellsack. Der rechte Brustfellsack hat eine Länge von 21,5 cm, der linke eine solche von 20 cm.

Bei beiden Föten erreichen sie die vordere Nierenspitze nicht. Für den großen Fötus von 104 cm Länge liegen die Verhältnisse folgendermaßen. Der linke Brustfellsack ist mit seinem äußersten Ende noch 4,5 cm von der vorderen Spitze der linken Niere entfernt. Beim rechten Brustfellsack ändern sich die Verhältnisse insofern, als er im ganzen etwas weiter nach rückwärts reicht. Dazu ist die rechte Niere um reichlich 3 cm weiter nach vorn gerückt als die linke. Diese beiden Momente bedingen es, daß der rechte Brustfellsack bis gerade in Höhe der Spitze der rechten Niere reicht.

Nachdem wir auf diese Weise die Brusthöhle mit dem Herzen und den Pleurasäcken näher kennen gelernt haben, wird es uns leicht, die Gestalt der Lungen zu verstehen. Die rechte Lunge hat eine Länge von 14,5 cm, eine größte Dicke von 4 cm, und eine größte Breite von 4,2 cm. Für die linke Lunge ergaben die Messungen 12,5 cm Länge, 3,3 cm größte Dicke und 4,3 cm größte Breite. Auf den ersten Blick fällt die gestreckte Gestalt der Lungen auf, die dadurch in scharfem Gegensatz zu den Lungen der meisten Zahnwale stehen. Nur bei Hyperoodon findet sich ein Anklang an diese Form, worauf ich bereits früher

aufmerksam gemacht habe. Viel zweckmäßiger als die Lungen der Zahnwale kann man die Lungen von Balaenoptera musculus mit dreiseitigen Prismen vergleichen. Hier fällt die dorsale Wölbung von vorn nach hinten so gut wie weg, und auch an der ventralen Fläche kommt es nicht zu so scharfem Absatz zwischen Zwerchfell- und Herzfläche. Beide zeigen dazu nur geringe Aushöhlungen. Costale und mediale Fläche sind an der rechten Lunge ungefähr von gleicher Breite, auf dem Querschnitt würde man daher annähernd ein gleichschenkliges Dreieck als Umriß erhalten.

Bei der linken Lunge liegen etwas andere Verhältnisse vor. Die mediale Fläche ist von geringer Größe und eigentlich nur in den zwei hinteren Dritteln vorhanden. Sie fällt außerdem von oben und innen nach außen und unten ab. Die costale Fläche ist dagegen besonders stark, selbst stärker als die der rechten Lunge entwickelt. Der Querschnitt der linken Lunge würde als Umriß ein stumpfwinkliges Dreieck ergeben, in welchem der stumpfe Winkel durch Zusammenstoßen der ventralen und medialen Kante erzeugt wird (IV, 17).

Nach vorn verschmälern sich beide Lungen etwas, bewahren aber annähernd dieselbe Höhe. Umgekehrt am hinteren Ende, wo sie die Breite beibehalten oder gar daran zu nehmen, aber an Höhe beträchtlich verlieren (IV, 17).

Nicht unerwähnt möchte ich schließlich lassen, daß sich an der rechten Lunge, mehr außen am vorderen Ende, ein seichter Eindruck vorfand, wodurch der medianwärts liegende Teil der Lunge zungenförmig vorsprang (IV, 16 u. 17).

Es bleibt uns nur nochübrig, einen Blick auf die entsprechenden Verhältnisse bei dem kleineren Fötus zu werfen. Besonderes Interesse verdienen allein die Wirbelsäule und die Lungen. An der Brustwirbelsäule sehen wir, daß die Zwischenwirbelscheiben keine bemerkenswerten Unterschiede in der Stärke aufweisen. Auch die einzelnen Wirbel scheinen nicht so stark wie bei dem großen Fötus zu differieren.

Fötus von 59 cm Länge.

1.	Brustwirbel	4	mm
2.	„	4,5	„
3.	„	5	„
4.	„	5,5	„
5.	„	6	„
6.—15.	„	6,5	„

Eine genaue Messung der ventralen Kante der Brusthöhle vorzunehmen, gestattete mir das Material nicht. Die Aufstellung

einer Proportion der dorsalen zur ventralen Brustwand zum Zwecke der Beurteilung des Zwerchfellstandes muß daher unterbleiben.

Ueberraschen muß die erheblich abweichende Gestalt der Lungen gegenüber der bei dem großen Embryo. ESCHRICHT[1]) bildet die Lungen von einem Vaagewal-Fötus von 8 Zoll Länge mit dem Herzen von der Seite ab. Mit diesen Lungen stimmen hinsichtlich der Gestalt die des kleineren von mir untersuchten Fötus annähernd überein. Beide Lungen sind tiefer, weisen eine starke Wölbung von vorn nach hinten auf, erinnern überhaupt sehr an die Lungen erwachsener Zahnwale (Phocaena, Beluga). Die Lunge des großen Embryo weist dagegen eine erhebliche Streckung auf. Vielleicht haben wir in dieser, verhältnismäßig sehr spät in der Fötalentwickelung auftretenden Formveränderung einen Hinweis auf die Phylogenie der Bartenwal-Lunge zu erblicken (IV, 15 u. 16).

Die Länge der rechten Lunge betrug 7,25 cm, die der linken 6,25 cm. Die zugehörigen Brustfellsäcke waren 10 cm, bezw. 9 cm lang.

B. Temporäre Wassertiere: Seehund, Seeotter und Fischotter.

Wenn meine Vermutung richtig ist, daß die veränderte Lebensweise, der Aufenthalt der Säugetiere im Wasser die Umformungen am Brustkorb und sekundär an den Lungen herbeigeführt hat, wie sie die vorher untersuchten Wale aufweisen, dann dürfen wir erwarten, bei den übrigen Wassersäugern wenigstens die Anfänge ähnlicher Veränderungen wiederzufinden. Wir haben dabei nur zu berücksichtigen, daß die Wale unter den Wassersäugern die bestangepaßten darstellen, daß wir daher nicht bei den übrigen in Betracht kommenden Säugetieren, die zum großen Teil noch nicht ausschließlich Wassertiere sind, hoffen dürfen, schon so hochgradige Veränderungen wie bei jenen zu finden. Von den Sirenen, die, was den Anpassungsgrad betrifft, den Walen noch am nächsten stehen und daher am ehesten hätten Aufschluß geben können über die fraglichen Verhältnisse, stand mir leider kein Material zur Verfügung. Meine diesbezüglichen Untersuchungen sind an 2 Seehunden, Phoca vitulina, einem erwachsenen von 1,05 m Länge und einem ganz jungen, ca 60 cm langen Exemplar, weiter an einer Seeotter, Enhydra marina, von 34,5 cm Länge (Schnauzenspitze—Schwanzwurzel) und an 2 Fischottern, Lutra vulgaris,

---

1) ESCHRICHT, Die nordischen Waltiere, S. 103.

von 65 bezw. 67 cm Länge (Schnauzenspitze—Schwanzwurzel) vorgenommen worden.

Es kommt uns bei der vorliegenden Untersuchung sehr zu statten, daß alle 5 Tiere unzweifelhaft von ein und derselben großen Gruppe, nämlich den Carnivoren, ihren Ursprung genommen haben. Die Abstammung von den Raubtieren hat für uns den Vorteil, daß es bei der großen Einheitlichkeit, welche in Bezug auf den Thorax und die Lungen innerhalb dieser Gruppe existiert, leicht gelingt, einen Vertreter — vielleicht die Katze, den Hund — zum Vergleich heranziehen. Seehund, Seeotter und Fischotter stellen gewissermaßen innerhalb der Raubtiergruppe nur 3 Formen dar, die verschieden lange dem Wasserleben angehören und darum in verschieden hohem Grade die Anpassungserscheinungen zeigen müßten. Das wird durch unsere Untersuchung nun auch direkt bestätigt werden. Bei der Seeotter sind die Veränderungen der Lungen nicht so weit gegangen wie beim Seehund, und bei der Fischotter, als der am wenigsten angepaßten Form unter den drei Vertretern der Wassersäugetiere, sind noch keine bemerkenswerten Veränderungen an den Lungen zu konstatieren. Deutlicher als in diesen Befunden kann uns wohl kaum jemals der Einfluß des Wasserlebens vor Augen geführt werden.

V. Phoca vitulina L.

Hinsichtlich der Form des Thorax finden wir ähnliche Verhältnisse vor, wie bei den meisten Walen. Der Brustkorb zeigt in auffallender Weise die Kegelform. Ein Unterschied besteht nur darin, daß er an der vorderen Brustapertur verhältnismäßig sehr spitz ist und nach hinten erheblich an Umfang gewinnt. Auch hier liegt die größte Weite in Höhe der stärksten Zwerchfellwölbung, die wir bei unseren Objekten in Höhe der 9. Rippe zu suchen haben. Während an der vorderen Brustapertur die Höhe des Thorax bei dem großen Exemplar 4,5 cm und 3 cm bei dem kleinen beträgt, beläuft sich dort die Breite der beiden Exemplaren auf 6,5 resp. 5 cm. In Höhe der 9. Rippe finde ich einen Sagittaldurchmesser von 14 resp. 8 cm, bei einer entsprechenden Thoraxbreite von 17 resp. 12 cm (IV, 18).

Für das Zustandekommen dieser Thoraxform mit größerem Querdurchmesser sind vor allem die Sternalrippen maßgebend gewesen, wie man sich leicht überzeugen kann. Die Vertebralrippen sind klein und stehen an Größe merkwürdigerweise hinter den Sternalrippen zurück, besonders trifft dies für die hinteren zu. Mit der stärkeren

Entwickelung der Sternalrippen hängt es auch zusammen, daß wir den größten Querdurchmesser im unteren Drittel der Höhe des Thorax, also innerhalb der Sternalrippenregion zu suchen haben.

Das Brustbein ist schmal und lang, wie bei allen anderen Raubtieren, und zeigt keine bemerkenswerten Veränderungen. Vielleicht hat das stark verlängerte, zu einer cylinderförmigen Spitze von 10 cm Länge ausgezogene Manubrium, welches sich direkt vor die Luftröhre legt, den Zweck, diese gegen den Wasserdruck zu schützen.

Von den vorhandenen 15 Rippen erreichen 10 das Brustbein. Bereits Meckel [1]) wies auf diese große Zahl von Sternalrippen hin und bemerkte: „Natürlich ist unter übrigens gleichen Umständen die Brusthöhle desto beweglicher, je mehr falsche Rippen sich finden, und es ist daher einerseits merkwürdig, daß gerade bei schwimmenden und kriechenden Tieren die Zahl derselben so bedeutend ist, anderseits aber auffallend, daß dies bei den Seehunden nicht der Fall ist.“ — Wir werden aber sehen, daß eine größere Beweglichkeit nicht immer von einer mehr oder weniger großen Zahl falscher Rippen abhängig sein muß, daß auch in anderer Weise bis zu einem gewissen Grade den Anforderungen Genüge geleistet werden kann.

Lucae's schönen Untersuchungen „Die Robbe und die Otter in ihrem Knochen- und Muskelsystem“ entnehme ich, daß mit Ausnahme der 1. Rippe, die mit dem 1. Brustwirbel allein artikuliert, die Rippen 2—11 mit zwei Wirbeln gelenkig verbunden sind, und daß die 4 letzten mit je einem der 4 letzten Brustwirbel in Verbindung treten. „Die 11 ersten haben ein Capitulum, Collum und Tuberculum, mit welchen sie dem entsprechenden Processus transversus anliegen. Die 4 letzten haben nur ein Capitulum. Hierdurch erklärt es sich, daß bei Kontraktion der entsprechenden Muskeln die 11 ersten Rippen vermöge dieser Gelenksverbindungen sich in einem Winkel nach hinten oder vorn bewegen“ [2]).

Die hinteren Rippen dagegen, die mit ihren Köpfchen in einer flachen Gelenkfläche sich bewegen, sind, da sie keine Tubercula und keinen Hals besitzen, freier und artikulieren median-

1) Meckel, System der vergl. Anatomie, II. Teil, S. 509.

2) Lucae, Die Robbe und die Otter in ihrem Knochen- und Muskelskelett. Abh. der Senckenberg. Ges., Bd. 8, 1872, S. 330.

lateralwärts. Dabei dürften die Knorpel der wahren Rippen begünstigend mitwirken. Sie sind anfangs stark, werden in ihrem weiterem Verlauf sehr dünn und nehmen nach dem Brustbein hin wieder an Umfang zu. Dadurch, daß die dünnste Stelle gerade da gelegen ist, wo die Knorpelrippe unter starkem Bogen sich nach einwärts zum Brustbein begiebt, kann leicht durch Vergrößerung des Winkels eine Erweiterung des Thorax herbeigeführt werden (IV, 18). Durch diese freiere Bewegung der Rippen, die Phoca vor den Raubtieren voraushat, glaube ich, ist dem infolge der Lebensweise gesteigerten Bedürfnis, größere Mengen Luft auf einmal aufzunehmen, hinlänglich Genüge geschehen.

Schließlich sei noch erwähnt, daß die Rippenknorpel in ihrem distalen Teil, der mit dem Brustbein in Verbindung steht, bereits verknöchert sind. Ich führe dies an, weil es wahrscheinlich ist, daß wir die Verknöcherung der Rippenknorpel mit dem Tauchen in Verbindung zu bringen haben; finden wir doch diese Eigentümlichkeit bei den Cetaceen, bei den tauchenden Monotremen, auch bei dem Nilpferd vor [1]).

Lucae berichtet über die Rückenwirbel, daß sie bis zum 10. kürzer, aber breiter als die Halswirbel sind; von hier ab werden sie immer länger, aber schmäler, und der 15. ist der längste [2]).

Ich kann die Angaben durchaus bestätigen. Wir finden hier, wie aus der angeführten Tabelle über die Längenverhältnisse der einzelnen Wirbel des großen Exemplars ersichtlich ist, ein ähnliches Verhalten, wie wir es schon bei den Walen durchweg kennen gelernt haben. Die Rückenwirbel nehmen vom 1. bis zum letzten an Länge zu.

1.	Rückenwirbel	1,4	cm
2.	„	1,4	„
3.	„	1,4	„
4.	„	1,4	„
5.	„	1,5	„
6.	„	1,6	„
8.	„	1,7	„
10.	„	1,8	„
11.	„	1,9	„
12.	„	2,0	„
13.	„	2,1	„
14.	„	2,1	„
15.	„	2,2	„

1) Meckel, Vergl. Anatomie, Teil II, S. 311.

2) Lucae, Die Otter und die Robbe etc. Abh. d. Senkenberg. Ges. 1872, Bd. 8, S. 329.

Bei den kleineren Exemplaren verhalten sich die Wirbel in ganz ähnlicher Weise.

Wie eine genauere Untersuchung der einzelnen Wirbel lehrt, ist bei der Größenzunahme derselben fast lediglich die hintere Epiphyse beteiligt, indem sie beständig, je weiter wir nach hinten kommen, an Größe zunimmt. Nicht oder nur in untergeordnetem Maße aber trägt der übrige Wirbelkörper dazu bei.

Die Zwischenwirbelscheiben, die nach Lucae [1]) beim Seehunde bedeutend stärker entwickelt sind, als bei einem anderen Raubtier, verhalten sich ähnlich wie die Wirbel, indem auch sie nach hinten an Dicke gewinnen, wenn auch bei weitem nicht in dem Maße, wie diese.

Wir haben jetzt nur noch einen Blick auf das Zwerchfell zu werfen und können dann an die Betrachtung der Brusteingeweide herantreten.

Das Zwerchfell ist bis auf eine winzige Stelle unterhalb des Durchtritts der hinteren Hohlvene, die sehnig erscheint, muskulös. Was seine Insertion betrifft, so erfolgt sie am Brustbein ca. $1^1/_2$—2 cm hinter der Einlenkung der letzten wahren, der 10. Rippe. Von da läuft die Insertionslinie auf beiden Seiten, zunächst quer über die 11. hinweg zur 10. Sternalrippe hinüber, diese bis zur Hälfte ungefähr verfolgend. Indem sie dann schräg nach hinten und aufwärts steigt, biegt sie auf die nächste über. Erst an der 13. Rippe schneidet sie das Rippenknorpelgelenk. Von nun ab steigt sie steiler an, kommt bis zur Mitte der 15. Rippe, wo wir den hintersten Punkt der Brustfellsäcke zu suchen haben, um von dort nach oben und vorn umzubiegen und ein wenig hinter dem 15. Rückenwirbel zu enden.

Die Brustfellsäcke sind nicht von gleicher Länge; bei meinen beiden Exemplaren ragte der rechte ein wenig über die 1. Rippe hinaus, während der linke kaum den hinteren Rand derselben erreichte. So beträgt beispielsweise bei dem größeren Exemplar die Länge des linken Pleurasackes 32,5 cm, die des rechten aber 34,5 cm. Die entsprechenden Lungen messen 23 bzw. 24 cm.

Gerade wie Owen [1]) finde ich bei dem großen Seehunde die linke Lunge größer als die rechte, wenigstens breiter und dicker. Wahrscheinlich spielte dabei die Asymmetrie des Thorax, die hier

1) Lucae, l. c. S. 337.

2) Owen, Comparative anatomy of Vertebrates, Vol. III, S. 581.

vorhanden ist, eine Rolle. Die linke Brusthälfte ist entschieden breiter und dabei tiefer aufwärts gewölbt, als die rechte. Am stärksten tritt diese Vertiefung seitlich und dorsal von der Wirbelsäule in Höhe der 10. Rippe hervor, um nach vorn und hinten abzunehmen.

Sehr überrascht war ich, bei dem kleineren Seehunde nicht dieselben, sondern hinsichtlich der Asymmetrie des Thorax gerade die entgegengesetzten Verhältnisse zu finden. Dabei war die Ungleichheit der Thoraxhälften ganz enorm und bedeutender als in dem anderen Falle. Wenn ich in die Lungen Luft einblies, wurde die ohnehin schon sehr auffällige Asymmetrie des Thorax noch deutlicher. Im nicht aufgeblasenen Zustande hatte die linke Brusthälfte eine Breite von 5, die rechte eine solche von 7 cm. Leider konnte ich die Lunge in diesem Falle nicht näher untersuchen, weil sie mir zur Gewinnung des Bronchialbaumes diente, zu welchem Zwecke ich sie in situ injizieren mußte. Bedeutend aber können, nach dem Bronchialbaum zu schließen, die Größenunterschiede nicht gewesen sein, wenn auch die rechte Lunge etwas größer gewesen sein mag, als die linke.

Das Herz ist für die Gestaltung der Lunge und für die Frage nach Lappenbildung derselben von außerordentlicher Bedeutung, deshalb muß es jetzt zunächst berücksichtigt werden.

Das Herz ist an seiner Spitze abgestumpft und liegt damit etwas links von der Medianebene. Im übrigen erinnert es in seiner Form an das Herz des Braunfisches. Wie bei diesem ist es sehr breit und von großem Umfange. Der Höhendurchmesser ist hingegen verhältnismäßig klein. Der Herzbeutel steht bei dem großen Exemplar bis zur hinteren Hohlvene hinauf mit dem Zwerchfell in direkter Verbindung, bei dem kleineren Exemplar war die Verwachsung nicht ganz so weit gegangen, indem der Herzbeutel sich schon 1 cm unterhalb der Hohlvene von dem Zwerchfell trennte. Ein sogenannter hinterer Mittelfellsraum existierte aber auch in diesem Falle nicht.

Als eine Folge davon haben wir es zu betrachten, daß an der rechten Lunge beider Exemplare der sog. Lobus infracardiacus oder lobus cavae ALLEN's nicht vorhanden war. — Dennoch kann er aber auch beim Seehund einmal vorkommen, wie ALLEN's Beobachtung lehrt[1]).

Den Anstoß zu diesem sekundären Vorgang, der sich in der Verschmelzung des Herzbeutels mit dem Zwerchfelle und weiter

1) Dr. WILLIAM ALLEN, l. c. S. 607.

in dem Schwund des im hinteren Mittelfellsraum lagernden Lungenlappens äußert, dürfte in erster Linie der Thorax selber gegeben haben, indem er unter dem Einflusse des Wasserlebens eine andere Form annahm. Aus dem sog. kielförmigen entstand auf Kosten des dorso-ventralen Durchmessers ein Brustkorb mit querovalem Querschnitt.

In welcher Weise sich das Herz nun diesen neuen Verhältnissen angepaßt hat, darüber kann uns die Form und Lage des Herzens selber Aufklärung geben. Ich glaube wenigstens danach schließen zu dürfen, daß das Herz auf die Verkürzung des Höhendurchmessers des Thorax gleichfalls mit einer Verkürzung seiner Längsachse geantwortet hat, daß aber dafür eine kompensatorische Umfangsvermehrung erfolgt ist.

Wir gewinnen damit zugleich eine Vorstellung, auf welche Weise es zu der besprochenen Verschmelzung des Herzbeutels mit dem Zwerchfell gekommen ist. Wir haben nur zu berücksichtigen, daß diese wahrscheinlich nicht ganz und gar eine Folge der Umfangsvermehrung des Herzens ist, daß gewiß auch das Zwerchfell selber durch Verschiebung seiner ventralen Insertion nach vorn dazu beigetragen hat.

Nachdem wir auf diese Weise gesehen haben, daß der unpaarige Lungenlappen infolge der Anpassung an das Wasserleben schwindet, wollen wir fortfahren in der Betrachtung der übrigen Lungenabschnitte.

Von einer Lappenbildung könnte man da kaum reden. Dennoch lassen die rechte wie die linke Lunge deutlich erkennen, daß an ihnen eine ausgesprochene Lappenbildung bestanden hat. Sie ist aber auch infolge der Umgestaltung und Vereinfachung der Raumverhältnisse im Thorax bis auf Spuren verschwunden.

Es ist an der kostalen Fläche der rechten Lunge eigentlich nur ein deutlicher, wenn auch nicht lückenloser Einschnitt vorhanden, der $^1/_2$ cm tief in das Lungengewebe eindringt und einen kleinen vorderen von einem großen hinteren Lappen trennt. Dadurch scheint es wohl erklärlich, daß Owen nun zwei Lappen unterscheidet[1]). Wie auf der Zeichnung aber zu erkennen ist, ist auch ein mittlerer Lappen vorhanden, der allerdings stark mit dem hinteren Lappen verschmolzen ist (IV, 18). Deutlich treten uns aber die 3 Lappen zu Tage, wenn wir die Lungen von der ventralen Seite betrachten.

---

1) Owen, Comparative anatomy of Vertebrates, Vol. 3, S. 581.

Dabei bemerkt man auch, daß die linke Lunge einmal aus 3 Lappen bestanden hat. Dieser letzte Befund steht im Einklang mit HUNTER's Angaben, wonach der linken Lunge 3 Lappen zukommen sollen, welche jedoch beinahe verschmolzen sind: „united by a loose cellular texture“ [1]).

Zum Schlusse möchte ich noch auf das Verhältnis der Länge der ventralen zu der der dorsalen Brustwand hinweisen. Da diese 32 cm, jene 19 cm betrug, stellt sich das fragliche Verhältnis auf 1 : 1,68. Bei dem kleinen Exemplar stellt es sich etwas anders. Da die Länge der dorsalen Wand 26,5 cm und die der ventralen 16,5 cm betrug, berechnet sich bei ihm das fragliche Verhältnis auf 1 : 1,60. Beide bedeuten eine erhebliche Abweichung von den bei den Land-Raubtieren bestehenden Verhältnissen. Noch günstigere Resultate ergeben sich aus den Zahlen, welche ALLEN [2]) von einem Skelett eines Odobaenus obesus von 2,89 m Länge angiebt. Bei diesem betrug die Länge der Brustwirbelsäule 1,17 m, während das Brustbein ohne Knorpel 54 cm, mit demselben 65 cm maß. Selbst wenn die Zwerchfellinsertion gegen das Ende des Brustbeinknorpels statthatte, was nicht sehr wahrscheinlich ist, so ergiebt sich bei einer Länge der ventralen Brustwand von 65 cm im ungünstigsten Falle immerhin noch ein günstigeres Verhältnis, als bei Phoca, nämlich 1 : 1,8. Vielleicht war demgemäß der Verschmelzungsprozeß der Lungen bei diesem Tier noch weiter gegangen, als bei Phoca.

Umgekehrt dürfen wir auch geringere Verschmelzungszustände der Lungen zu finden hoffen. Da dies wahrscheinlich mit der Verkürzung der Brusthöhe an der ventralen Seite in Verbindung steht, diese wiederum eine Folge der Anpassung an das Wasserleben ist, so werden uns nach dieser Richtung hin weniger gut angepaßte Pinnipedier, die vielleicht mehr auf dem Lande leben, Vertreter stellen können. Als solcher erscheint vor allem das Walroß. Nach ALLEN [3]) fand TURNER bei einem Exemplar das Zwerchfell nicht mit dem Herzbeutel verwachsen. Der Autor sagt zwar nichts, ob ein lobus cavae vorhanden gewesen ist, indessen dürfen wir daran wohl nicht zweifeln, um so mehr, als TURNER diesen Fall in Parallele stellt zu einem ähnlichen beim Menschen, bei dem der fragliche Lappen existierte.

---

1) OWEN, Comp. anat., Vol. 3, S. 581.

2) J. A. ALLEN, History of the North American Pinnipeds, Washington 1880, S. 149—150.

3) WILLIAM ALLEN, A variety of pulmonary lobation etc. Journal of Anat. and Physiol, Vol. 16, S. 610, Anm. 1.

Interessant wäre es für unsere Untersuchungen noch gewesen, etwas über den Grad der Verschmelzung der übrigen Lungenabschnitte zu erfahren. Vielleicht waren die Lappen weniger miteinander verschmolzen, als beim Seehunde.

Wir hätten damit dann eine Ueberleitung zur Seeotter, die uns jetzt beschäftigen soll.

VI. Enhydra marina F. Cuvier.

Die Seeotter bildet hinsichtlich der äußeren Gestalt eine Mittelstellung zwischen Phoca und den übrigen Raubtieren. Gegenüber Lutra vulgaris scheinen die äußeren Anpassungserscheinungen bei weitem ausgeprägter zu sein. Auch das Rumpfskelett, welches uns hier besonders interessiert, weist schon deutliche Abweichungen vom Raubtiertypus auf und nähert sich entschieden dem der Phoca, worauf Lucae [1]) bereits ganz besonders aufmerksam macht.

Vor allem ist die Form des Thorax schon eine ausgesprochen abgeflachte. Der Höhendurchmesser des Thorax betrug in der Höhe der 4. bis 5. Rippe 4,5 cm, unmittelbar vor dem Zwerchfell, zwischen der 8. und 9. Rippe 6,75 cm, die entsprechenden Querdurchmesser waren 5,5 und 7,5 cm.

Von den 15 Rippen erreichen 9 das schmale Brustbein. Die 10. und 11. Rippe, welche sich übrigens durch die längsten Rippenknorpel auszeichnen, stoßen zwar mit ihren distalen Enden direkt an den stabförmigen Brustbeinknorpel an, gehen jedoch eine Verbindung mit demselben nicht ein. Was das Größenverhältnis der Rippenknorpel zu den zugehörigen Vertebralrippen anbelangt, so konnte ich ein gleiches Verhalten wie bei Phoca nicht konstatieren. Im Gegenteil schienen mir die Vertebralrippen die Sternalrippen nicht unwesentlich an Größe zu übertreffen. Auch bezüglich der Beweglichkeit des Thorax nimmt Enhydra eine Mittelstellung ein, wie Lucae's [2]) Untersuchungen ergeben.

Wie die in der folgenden Tabelle aufgeführten Längen der einzelnen Wirbel zeigen, ist auch hierin Uebereinstimmung mit den anderen bereits untersuchten Wassertieren vorhanden.

---

1) Lucae, Die Otter und die Robbe etc. Abh. der Senckenberg. Ges., Bd. 8, 1872, S. 332.
2) Lucae, l. c. S, 334.

1.	Wirbel	0,45	cm
2.	„	0,5	„
4.	„	0,55	„
5.	„	0,6	„
7.	„	0,65	„
9.	„	0,7	„
11.	„	0,75	„

Davon aber, daß auch die Zwischenwirbelscheiben diesem Beispiel folgten, habe ich mich nicht überzeugen können.

Erwähnenswert scheint mir noch zu sein, daß ich unzweifelhaft eine Asymmetrie der Brusthälften fand. Die rechte Seite war durch eine höhere Aufwärtskrümmung der Rippen seitlich und dorsal von der Wirbelsäule tiefer, daneben aber auch breiter, als die linke.

Vom Zwerchfell interessiert uns, daß es stark muskulös ist. Von einem sehnigen Teil habe ich nichts wahrgenommen. Bezüglich seiner Insertion ist nur hervorzuheben, daß sie ventral nicht in Höhe der letzten wahren Rippe, sondern dahinter auf beinahe halber Länge des Brustbeinknorpels stattfand, also ein ähnliches Verhalten zeigte, wie wir es bei den Carnivoren finden. An der Wirbelsäule inserierte sich das Zwerchfell ungefähr in Höhe des 2. Lendenwirbels.

Die Länge der ventralen Brustwand, gerechnet vom vorderen Rande des 1. Rippenknorpels bei seiner Einlenkung an das Brustbein bis zur Insertion des Zwerchfells am Brustbein, betrug 7 cm, während die dorsale Brustwand vom 1. Brustwirbel bis zur Zwerchfellinsertion an der Wirbelsäule 10 cm betrug. Daraus ergiebt sich ein Verhältnis der ventralen zur dorsalen Brustwand von 1:1,429. Gegenüber dem entsprechenden Verhältnis beim Seehund bedeutet es schon einen wesentlichen Rückschritt und, wie wir nachher sehen werden, eine deutliche Annäherung an Verhältnisse, wie sie bei den Carnivoren angetroffen werden.

Daraus erklären sich auch, wie ich annehme, die Abweichungen, welche an den Brusteingeweiden gegenüber denen bei Phoca bestehen. Hebt man vorsichtig das Brustbein ab, so bemerkt man zunächst, daß der Herzbeutel noch nicht mit dem Brustbein verwachsen ist sondern daß ihn eine ganz schmale Brücke des Mediastinums oder Mesocardiums, wie es Tanja [1]) nach dem Vorgange von Luschka beim Menschen benennt, mit diesem verbindet. Beim Seehund

1) Tanja, Ueber die Grenzen der Pleurahöhlen bei den Primaten etc. Morpholog. Jahrb., Bd, 17, S. 154.

und bei den Walen war das nicht der Fall. Auch mit dem Zwerchfell geht er keine direkte Verbindung ein, und als Konsequenz davon sehen wir einen Lungenlappen, einen sog. Lobus cavae, in dem Mittelfellsraum zwischen Zwerchfell und Herz bez Herzbeutel liegen. Wegen der Lage des Herzens, dessen Längsachse die ventrale Brustwand unter einem Winkel von 35° schneidet, berührt die Stelle des Herzbeutels, welche die Herzspitze bedeckt, beinahe das Zwerchfell; nach oben hin wird die Entfernung zwischen Herzbeutel und Zwerchfell immer größer, so daß sogar ein Lungenlappen darin Platz findet. Das Herz befindet sich in schiefer Stellung, so daß seine Achse von oben, vorn und rechts nach hinten, unten und links verläuft (IV, 19).

Die Herzspitze befindet sich in Höhe der 7. linken Rippe. Das Herz liegt zum größten Teil rechts von der Medianebene. Dadurch erklärt sich auch, daß die rechte Herzhälfte in ihrem oberen Teil die Brustwand zwischen der 4. und 5. Rippe fast berührte (IV, 19).

Die rechte Lunge hat 4 Lappen; der vordere liegt in dem Raum vor dem Herzen, der andere, der mittlere ist von ihm nur so weit getrennt, als das Herz, welches die Brustwand fast berührt, gegen ihre ventralen Enden sich zwischen sie schiebt und sie auf eine kleine Strecke voneinander trennt. Der mittlere Lappen füllt demnach zum großen Teil den Raum zwischen Herz und Zwerchfell aus, in welchen er sich keilförmig einsenkt. Ein dritter füllt den übrigen Raum zwischen Zwerchfell, Wirbelsäule und Brustwand aus. Hinten und mehr medial von diesem Lappen ist schließlich noch ein vierter vorhanden von keilförmiger Gestalt, dessen scharfe Kante nach rechts hinüberzeigt und sich der Hinterfläche des hinteren Lappens anlegt, dessen Breitseite medialwärts liegt und zum größten Teil der Verlängerung der medialen Fläche der rechten Lunge darstellt. Ein Teil dieses Lappens tritt zwischen Oesophagus und Hohlvene nach links hinüber und füllt den mittleren hinteren Mittelfellsraum aus (IV, 19, 20, 21).

Die linke Lunge zerfällt in 2 Lappen, einen großen vorderen, der das Herz sowohl von vorn und seitlich wie hinten umfaßt; der andere Lappen schiebt sich in den zwischen Zwerchfell, Wirbelsäule und Brustwand noch übrig bleibenden Raum ein. So weit scheint, was die Zahl der Lappen betrifft, kein großer Unterschied vorzuliegen, und doch besteht ein ganz merklicher, wenn wir unsere Aufmerksamkeit noch einmal den Lappen zuwenden wollen, und zwar eine deutliche Annäherung an Phoca. So sind

sämtliche Lappen am stumpfen Rande schon vollständig auf eine größere Strecke hin verwachsen. Selbst bis gegen die Mitte der costalen Fläche hinunter macht sich bereits die Verschmelzung der Lappen bemerkbar. Am auffallendsten ist das an der rechten Lunge und zwar an deren vorderem und mittlerem Lappen zu beobachten. Der mittlere Lappen schiebt sich in die dreieckige Lücke ein, ohne den stumpfen Rand zu erreichen. Soweit nun dieser Lappen dem vorderen anliegt, ist er bereits vollständig durch lockeres Bindegewebe mit ihm verschmolzen. Auch an seinem hinteren Rande, der dem hinteren Lappen anliegt, ist schon der Prozeß der Verschmelzung deutlich in Wirksamkeit getreten. Der hintere und der mittlere Lungenlappen berühren sich auf eine Strecke von 3 cm, und davon sind die beiden Lappen schon auf reichlich 1 cm mittels lockeren Bindegewebes verschmolzen. Im übrigen, ventralwärts gelegenen Teil der Strecke, an welcher sich beide Lappen berühren, ist eine Verschmelzung noch nicht zu konstatieren. Soweit der vordere und der hintere Lappen am stumpfen Ende sich berühren, sind sie auch verschmolzen (IV, 20).

Noch viel deutlicher sehen wir den Prozeß an dem sog. unpaarigen Lappen oder Lobus cavae walten. Dieser ist bereits entlang seines vorderen (oralwärts) gelegenen Randes mit dem hinteren Lappen der rechten Lunge verschmolzen, dem er sich zum größten Teil medialwärts anlegt. Der Teil dieses Lappens, der zwischen Oesophagus und hinterer Hohlvene in den Mittelfellsraum eingeschoben ist, kann natürlich nicht verschmelzen. Er ist aber nur von geringer Größe (IV, 21).

Es ist nun denkbar, daß dieser mit dem Vorrücken des Zwerchfelles an der ventralen Seite allmählich schwindet. Doch ein Vorrücken des Zwerchfells allein bei stark schräg gestellter Herzachse würde diesen Effekt noch nicht erzielen. Es bleibt dabei immer noch Raum für diesen Lappen in dem Winkel, welchen das Herz mit dem Zwerchfell bildet, selbst wenn die Herzspitze resp. der Herzbeutel das Zwerchfell berührte. Deshalb scheint eine wichtige Bedingung für das Zustandekommen des erwähnten Prozesses noch die Aufrichtung der Herzachse — in dorso-ventraler Richtung — zu sein. Dadurch verkürzt sich die hintere Hohlvene, der Herzbeutel kann nun in größerer Ausdehnung mit dem Zwerchfell verschmelzen, und der hintere Mittelfellsraum und somit der Lobus cavae der rechten Lunge muß seine Existenz aufgeben.

Das scheint mir in der That durch die Befunde bei den

Walen direkt bewiesen zu sein. Bei ihnen finden wir die Herzachse in mehr dorso-ventraler Richtung. In Anpassung an den verkürzten dorso-ventralen Brustdurchmesser hat das Herz in die Quere, überhaupt für den Ausfall in der Längenausdehnung an Umfang bedeutend zugenommen.

Die linke Lunge zeigt in gleich deutlicher Weise die beginnende Verschmelzung. An dem dorsalen, stumpfen Rande der zwei nur an der linken Lunge deutlich zu unterscheidenden Lappen ist der Prozeß bereits abgeschlossen. An der costalen Fläche ist außerdem zwischen den beiden Lappen eine unvollständige Verwachsung mittels lockeren Bindegewebes dergestalt hergestellt, daß die medial gelegenen, dem Herzen zugewandten Kanten der Berührungsflächen beider Lappen bereits zu $^4/_5$ innig miteinander verbunden sind (IV, 21).

So sehen wir also, wie mit dem Rückschreiten der Proportion zwischen dorsaler und ventraler Brustwand von 1 : 1,68 resp. 1 : 1,60 auf 1 : 1,429 auch der Prozeß der Vereinfachung der Lungengestalt zurückschreitet. Das werden uns die Befunde bei der Fischotter, die wir jetzt noch kurz betrachten wollen, in gleicher Weise bestätigen.

VII. Lutra vulgaris Erxl.

Die Fischotter lehnt sich hinsichtlich ihrer Anpassungserscheinungen eng an die Seeotter an, nur sind dieselben noch nicht so weit gegangen wie bei Enhydra.

Der Brustkorb erinnert eher an den des Seehundes, er ist aber noch spitzer als dieser. An der Brustapertur betrug seine Breite $3^1/_2$ cm, gegenüber einer solchen von $11^1/_2$ cm in Höhe der 9. Rippe. Die entsprechenden Höhendurchmesser des Thorax betrugen 3 resp. 9 cm. Seine größte Breite erreichte der Brustkorb bei unserer Fischotter erst in Höhe der 14. Rippe, nämlich 13 cm.

Was die Rückenwirbel und die Zwischenwirbelscheiben betrifft, so läßt sich an ihnen ein so auffälliger Unterschied in der Länge wie bei denen der Landraubtiere noch nicht konstatieren, wie wir sehen werden:

Länge	des	1.	Brustwirbels	1,4 cm
„	„	4.	„	1,3 „
„	„	9.	„	1,45 „
„	„	13.	„	1,55 „
„	„	15.	„	1,70 „

Das Brustbein bietet keine bemerkenswerten Eigentümlichkeiten dar, aber die Rippen resp. ihre Befestigungen am Brustbein zeichnen sich durch solche vor denen der Seeotter aus.

Es sind gleichfalls 15 Paar Rippen vorhanden, von denen auch die 9 ersten eine feste Verbindung mit dem Brustbein eingehen. Ein bedeutender Unterschied besteht aber darin, daß noch die beiden folgenden Paare, wenn auch sehr locker, mit dem Sternum verbunden sind, so daß wir im ganzen also 11 Paare wahrer Rippen hätten.

Die 10. Rippe der rechten Seite war noch in verhältnismäßig enger Verbindung mit dem Brustbein, das zur Aufnahme des Brustbeinendes der erwähnten Rippe noch eine deutliche Gelenkgrube trug. Immerhin aber war die Befestigung am Brustbein schon lockerer als bei den vorhergehenden Rippen.

Die 10. Sternalrippe der linken Seite berührte das Brustbein nicht mehr, eine Gelenkgrube fehlte, und die Verbindung war durch ein fibröses Band von 2 mm Länge hergestellt.

Für die 11. Rippe beiderseits war gleichfalls keine Gelenkgrube vorhanden, an ihrer Stelle befanden sich kleine Höcker. Die Verbindung der Sternalrippen mit dem Brustbein vermittelten sehnige Bänder von ca 2 mm Breite und 1 cm Länge.

Die Befestigung der Rippen an Wirbelsäule und Brustbein bietet sonst keine Abweichungen von der bei Enhydra. Besondere Erwähnung verdient vielleicht noch, daß die hinteren Rippen stark caudalwärts geneigt sind, am meisten die letzte, die 15., die fast horizontal steht. Sie ist dazu rudimentär, 4 cm lang und nur $1^1/_2$ mm dick. Die Rippenknorpel, die besonders am hinteren Abschnitt des Brustbeins stark aneinander gedrängt sind, sind wie bei andern Wassersäugetieren so auch hier verknöchert.

Was die Zwerchfellinsertion betrifft, so erstreckt sie sich vom Brustbein, an dem das Zwerchfell etwas hinter der 11. Rippe sich befestigt, seitlich, die 11. Rippe schneidend, zur 10., an der sie eine kurze Strecke entlang läuft bis zu der Stelle, wo sich die Sternalrippe nach aufwärts und vorn krümmt. An der 12., 13. und 14. Rippe inseriert sich das Zwerchfell in der Nähe der Rippenknorpelrippengelenke. An der betreffenden Stelle der 14. Rippe haben das Zwerchfell und damit die Brustfellsäcke ihren äußersten Stand erreicht. Indem sich die Insertionslinie nun quer über die beiden ziemlich horizontal liegenden letzten Rippen hinweg begiebt, findet sie ihr Ende am 1. Lendenwirbel, 1 cm hinter der Einlenkung der letzten Rippe. So verhielt es sich auf der linken, wie auf der rechten Seite.

Die Länge der dorsalen Wand der Brusthöhle betrug 23,5 cm, die der ventralen (gemessen vom vorderen Rande der 1. Rippe bei ihrer Einlenkung am Brustbein bis zur Zwerchfellinsertion am Brustbein) 17,5 cm.

Daraus ergiebt sich ein Verhältnis des ventralen zum dorsalen Längendurchmesser der Brusthöhle von 1 : 1,34, das, wie wir sehen werden, fast vollkommen mit den Befunden bei den Landraubtieren übereinstimmt. Bei der zweiten Fischotter ermittelte ich ein Verhältnis von 1 : 1,38.

Dementsprechend sind auch die übrigen Verhältnisse der Brusthöhle und deren Eingeweide wenig oder gar nicht verschieden.

Die Herzachse ist gegen die ventrale Brustwand geneigt und verläuft von oben und vorn nach unten und hinten. Die Herzspitze liegt links von der Medianebene. Der Herzbeutel steht nirgends mit dem Zwerchfell in direkter Verbindung, vielmehr ist ein großer Zwischenraum zwischen beiden, besonders nach der hinteren Hohlvene hinauf, vorhanden. Infolge davon ist die rechts von der Medianebene durch das Zwerchfell tretende hintere Hohlvene lang. Damit in Verbindung zu bringen haben wir den verhältnismäßig großen Lobus intracardiacus der rechten Lunge, den wir bei der Fischotter antreffen.

Was die Lappung der Lungen betrifft, so sind rechts noch weitere 3 Lappen vorhanden, die linke Lunge besitzt dagegen im ganzen nur 2. Auch MECKEL [1]) giebt rechts 4, links 2 Lappen an. Da sich die Lungenlappen bei der Fischotter aber gerade so verhalten, wie bei landlebenden Raubtieren, die wir sogleich betrachten wollen, können wir hier von einer näheren Beschreibung derselben absehen.

Vergleich der amphibisch lebenden Carnivoren mit den Landraubtieren.

Wie ich bereits betonte, herrschen innerhalb der Ordnung der Raubtiere ziemlich einheitliche Verhältnisse in Bezug auf den Thorax und die Brusteingeweide vor. Deshalb kann uns irgend ein Vertreter derselben dazu dienen, uns die Verhältnisse bei der Gruppe im allgemeinen zu veranschaulichen. Ich habe eine größere Zahl von Hunden und mehrere Katzen daraufhin geprüft. Die gewonnenen Resultate sind folgende.

1) MECKEL, Vergl. Anatomie, Halle 1833, 6. Teil, S. 418.

Die Thoraxform ist die sog. kielförmige, und demzufolge ist der Höhendurchmesser etwas bedeutender als der Querdurchmesser. Unter dem Höhendurchmesser verstehe ich hier wie bei den früheren Messungen die Entfernung der dorsalen Fläche des Brustbeins von der ventralen der Wirbelsäule und unter Breitendurchmesser die Breite des Thorax, im Lichten gemessen. Der Höhendurchmesser überragt den Querdurchmesser besonders auffällig im vorderen Teil der Brusthöhle, wo sich ein Verhältnis der beiden Maße von 1:0,7—0,8 ergiebt, während hinten am Zwerchfell beide Durchmesser sich fast gleich kommen.

Das Brustbein bietet nichts Bemerkenswertes dar, und von den Rippen ist nur zu erwähnen, daß die Befestigung besonders an der Wirbelsäule eine sehr starke ist; jedenfalls ist sie erheblicher als bei Phoca und Enhydra. Die Wirbelsäule selbst bietet hinsichtlich der Maße der einzelnen Wirbel einiges Interesse, weshalb hierauf etwas näher eingegangen werden soll.

Ich gebe im Folgenden die Resultate nur einiger meiner Messungen, weil sie im wesentlichen nicht voneinander abweichen. Bei den Hunden betreffen die 3 Reihen Zahlen Vertreter 3 verschiedener Rassen, die aber, wie ersichtlich ist, nicht wesentlich voneinander differieren.

Hund.

	Kleiner Wachtelhund.	Fox-terrier.	Jagdhund.
1. Wirbel	0,95	1,4	2 cm
2. "	0,85	1,4	1,8 "
3. "	0,85	1,3	1,7 "
4. "	0,85	1,3	1,6 "
5. "	0,85	1,2	1,65 "
6. "	0,9	1,3	1,6 "
7. "	0,95	1,2	1,7 "
8. "	0,95	1,3	1,8 "
9. "	0,9	1,3	1,9 "
10. "	0,9	1,45	1,95 "
11. "	0,9	1,5	2,0 "
12. "	0,95	1,5	2,1 "
13. "	1	1,6—1,7	2,3 "

Katze.

1. Wirbel	0,9 cm	8. Wirbel	0,85 cm
2. "	0,8 "	9. "	0,9 "
3. "	0,8 "	10. "	1,0 "
4. "	0,85 "	11. "	1,1 "
5. "	0,8 "	12. "	1,05 "
6. "	0,85 "	13. "	1,1 "
7. "	0,85 "		

Daraus ersehen wir, daß hier nicht das gleiche Verhalten besteht wie bei den Wassersäugern, die wir oben betrachtet haben. Erst ganz am Ende der Brustwirbelsäule ist eine Zunahme der Wirbellänge nicht zu verkennen.

Recht interessant gestalteten sich auch die Verhältnisse der dorsalen Brustlängen zu den ventralen. So fand ich bei den 6 daraufhin untersuchten Hunden im Mittel ein Verhältnis von 1 : 1,29 (schwankend zwischen 1 : 1,26 und 1 : 1,32), für die Katze 1 : 1,20—1,30. Das Herz findet sich in schräger Lagerung. Die Herzachse zieht von vorn und oben nach hinten und unten. Während sie bei der Katze in die Medianebene des Körpers fällt[1]), ist sie beim Hund etwas nach links abgelenkt[2]). Es ist ein ansehnlicher Mittelfellsraum vorhanden und dementsprechend ein unpaarer Lungenlappen ein sog. Lobus cavae. Mit diesem hat beim Hunde die rechte Lunge 4 Lappen. Die linke Lunge besitzt 3 Lappen, deren mittlerer, der sog. cardiale, öfters nur undeutlich von dem vorderen, dem Spitzenlappen, geschieden ist[2]).

Bei der Katze ist das Verhältnis ein ganz ähnliches, nur scheint der cardiale Lappen der linken Lunge freier zu sein, als beim Hunde.

Die mittleren, sog. cardialen Lappen füllen den Raum zu beiden Seiten des Herzens aus. Sie sind vorn schmal und werden nach hinten breiter. Die größten sind die hinteren Lappen, welche den Raum zwischen Herz, Zwerchfell und Wirbelsäule ausfüllen. Die rechte Lunge hat dann vor der linken noch ein viertes Läppchen voraus, eben jenen schon erwähnten Lobus cavae. Unterzieht man die einzelnen Lappen einer genaueren Betrachtung, so fällt sofort auf, daß sie, abgesehen von der erwähnten unvollständigen Trennung des linksseitigen cardialen vom Spitzenlappen, sonst nirgends in Verbindung stehen mit einem Nachbarlappen. Die Spaltung ist eine totale und reicht bis an die Lungenwurzel, bezw. bis auf den Hauptbronchus.

Es bleibt uns nur noch übrig, einen Blick auf das Zwerchfell zu werfen. Beim Hund ist ein verhältnismäßig großes Centrum tendineum vorhanden. Die Katzen scheinen mir unter den Landsäugetieren diejenigen zu sein, bei denen der sehnige Teil des

1) Tanja, Ueber die Grenzen der Pleurahöhlen bei den Primaten und einigen anderen Säugetieren. Morph. Jahrb., Bd. 17, S. 151.

2) Ellenberger und Baum, Anatomie des Hundes, Berlin 1891, S. 327—328.

Zwerchfells am wenigsten entwickelt ist. Bei mittelgroßen Tieren erreicht dieser Teil die Größe eines Zehnpfennigstückes. Die Muskulatur stellt aber nur eine dünne Schicht dar.

Die vorangeschickten Befunde gestatten uns in hinreichender Weise, eine Vergleichung vorzunehmen, deren Zweck es sein soll, uns auf rein vergleichend-anatomischer Grundlage mit der allmählichen Umformung des Brustkastens und der Eingeweide als einer Folge der Anpassung an das Leben im Wasser bekannt zu machen. Am zweckmäßigsten beginnen wir wiederum beim Brustkasten. So sehen wir in erster Linie, daß die Form desselben eine andere wird. Bei den Landraubtieren haben wir durchgehend noch den kielförmigen Thorax. Wenn er auch nicht so ausgesprochen ist wie bei anderen Landsäugern, so ist er doch immerhin recht deutlich vorhanden. Wie uns Lutra, Enhydra und Phoca lehren, wird allmählich daraus der ovale, sogar der querovale Brustkasten, bei dem der Querdurchmesser, umgekehrt wie bei dem Thorax der Landsäugetiere, den Höhendurchmesser an Größe übertrifft. Stufenweise läßt sich ferner verfolgen, wie mit zunehmender Anpassung an das Wasserleben der Thorax beweglicher, erweiterungsfähiger wird. Bei der Katze und dem Hunde noch festgefügt, tritt schon bei Lutra und Enhydra eine unverkennbare Lockerung der Rippen ein, die sich beim Seehund noch bedeutend steigert.

In Uebereinstimmung mit den Befunden bei den Cetaceen sehen wir auch hier, wie die Rückenwirbelsäule dem allgemeinen Bestreben folgt, dem Körper eine lange, spindelförmige Gestalt zu geben. Während wir bei der Katze und dem Hunde kaum eine Spur fanden, und Lutra sich nicht viel anders verhielt, ist bei Enhydra und noch mehr bei Phoca eine Verlängerung, eine Streckung der Wirbelsäule zu konstatieren. Bei Enhydra sowohl, wie bei Phoca sehen wir dies erreicht, einmal durch Vergrößerung der Wirbel und dann auch durch stärkere Entwickelung der Bandscheiben, wie ein Blick auf die früher angeführten Tabellen lehrt. Ganz besonders führt uns die Vergleichung der Proportionen, in welchen die ventrale Brustwand zur dorsalen bei den betrachteten Säugetieren sich befindet, zu diesem Resultat. Bei der Katze und dem Hund beträgt das betreffende Verhältnis zwischen 1:1,2—1:1,3. Daraus erklärt sich auch der steile Stand des Zwerchfelles bei diesen Tieren. Aehnlich ist es bei Lutra mit einem diesbezüglichen Verhältnis von 1:1,34 bezw. 1:1,38. Dies ändert sich

bereits bei Enhydra, wo wir das fragliche Verhältnis auf 1:1,43 angewachsen finden. Beim Seehund erreicht es sogar die höchst bemerkenswerte Größe von 1:1,60 bezw. 1:1,68, und das Zwerchfell nimmt eine auffallend schräge Lage an.

Sprechen schon Erwägungen allgemeiner Natur, wonach eine Vergrößerung des Thorax in einer Richtung nur auf Kosten der Ausdehnung desselben in einer anderen Richtung denkbar ist, gegen die Ansicht, daß die Wirbelsäule durch ihre Verlängerung allein die Verschiebung der fraglichen Proportionen bewirkt hat, so ließen sich auch noch ziemlich sichere Anhaltspunkte zur Unterstützung dieser Anschauung aus unseren Befunden gewinnen. Ganz abgesehen davon, daß eine Verschmelzung des Zwerchfells mit dem Herzbeutel, wie wir es bei Phoca fanden, erst durch ein Vorrücken der ventralen Zwerchfellinsertion recht erklärlich wird, deuten die Befunde bei Phoca gegenüber denen bei Enhydra, der Katze und dem Hund ziemlich sicher darauf hin, daß thatsächlich eine Verschiebung des Zwerchfells an der Bauchseite nach vorn hin erfolgt. Um also die durch Verlängerung des Thorax an der dorsalen Seite herbeigeführte Raumzunahme wiederzu kompensieren, tritt eine Verringerung des Thoraxvolumens ventralwärts durch eine Verkürzung der unteren Brustwand ein, die z. T. bedingt ist durch eine Verschiebung der Zwerchinsertion. Damit haben wir aber auf vergleichend-anatomischer Grundlage eine volle Bestätigung der Resultate gewonnen, die wir bei den Cetaceen allein aus der Entwickelungsgeschichte bei dem Mangel einer genügenden Kenntnis über deren landlebende Verwandten haben ziehen müssen.

Zum Unterschiede von den Befunden bei der Katze und dem Hund, und in Uebereinstimmung mit denen bei den Cetaceen, sehen wir bei Enhydra und Lutra, Phoca bereits eine Verkümmerung der ersten Rückenwirbel eintreten. Ohne Zweifel ist das eine Veränderung, die die gleiche Ursache hat wie die Verkürzung der Halswirbelsäule. Als Ursache haben wir aber gewiß den Wasserdruck anzusprechen, welcher beim Schwimmen auf den Kopf wirkt und von diesem natürlicherweise auch auf die Wirbelsäule übertragen werden muß.

Was nun die Lungen anbetrifft, so liefern uns Katze und Hund primitive Verhältnisse, auf die sich ohne weiteres auch die Lungen von Enhydra und Phoca zurückführen lassen. Bei allen dreien lassen sich rechts 3 Lungenlappen nachweisen, und nur hinsichtlich eines vierten Lappens auf der rechten Seite bestehen Verschiedenheiten. Der Verlust dieses Lappens bei Phoca findet aber wieder seine hin-

reichende Erklärung in dem Vorrücken des Zwerchfells, so daß wir in dem Fehlen desselben keinen prinzipiellen Unterschied erblicken können. Bei der Katze und dem Hund, deren Thorax sich durch große Länge auszeichnet, wobei die ventrale Wand der dorsalen an Länge noch sehr nahe steht, entsprechend der Proportion 1 : 1,2—1 : 1,3, sind die erwähnten Lappen durch tiefe Einschnitte, die bis auf den Grund des Hauptbronchus reichen, völlig voneinander getrennt, ebenso bei Lutra, mit einer Proportion von 1 : 1,34. Bei Enhydra stellt sich das fragliche Verhältnis schon etwas anders, nämlich auf 1 : 1,43. Auch die Lungen sind schon durch diese am Thorax vor sich gegangene Veränderung in auffallender Weise in Mitleidenschaft gezogen werden. Alle Lungenlappen sind schon in ziemlichem Umfang miteinander verschmolzen, und der 4. Lungenlappen der rechten Seite ist verhältnismäßig schwach entwickelt. Bei Phoca ist der Prozeß der Verschmelzung der Lungenlappen noch weiter gegangen, da die Zwerchfellverlagerung noch ganz bedeutend zugenommen hat, wie das Verhältnis zwischen dorsaler und ventraler Brustwand mit 1 : 1,68 bezw. 1 : 1,6 ergiebt. Infolge des starken Vorrückens des Zwerchfells kam es sogar zur Verschmelzung desselben mit dem Herzbeutel, woraus besagter Verlust bezw. Schwund des 4. Lappens der rechten Lunge zu erklären ist. Die übrigen Lappen sind so weit miteinander verschmolzen, daß nur noch Andeutungen einer früher vorhanden gewesenen Lappenbildung vorhanden sind. Nach diesen Befunden ist es nicht mehr unwahrscheinlich, daß die Verschmelzung schließlich so weit geht, daß äußerlich die Andeutung einer Lappenbildung gänzlich verloren geht. Damit wären wir aber bei einer Lunge angelangt, wie sie die Cetaceen und die Sirenen zeigen. Mit der Verschmelzung der Lappen geht auch eine Gestaltsveränderung der ganzen Lunge einher. Ist die Gestalt der Seehundslunge schon einer Phocaenalunge nicht sehr unähnlich, so schwinden die wenigen Abweichungen gänzlich, wenn noch die Vertiefungen, die Reste der früheren Einschnitte zwischen zwei Lungenlappen, fortfallen.

Schließlich lehrt noch die Vergleichung des Zwerchfells, daß die Muskulatur desselben bei Enhydra und Phoca bei weitem stärker als bei den landlebenden Carnivoren entwickelt ist. Auch darin scheinen viele Wassersäugetiere übereinzustimmen, daß mit zunehmender Anpassung an das Leben im Wasser das Zwerchfell muskulöser wird. Der höchste Grad der Vollkommenheit scheint auch in dieser Beziehung von den Cetaceen erreicht zu sein.

Allgemeine Zusammenfassung.

Unter dem Einfluß des Wasserlebens kommt es zu einer Reihe interessanter Umformungen und Veränderungen am Säugetierkörper, von denen die der äußeren Gestalt vielleicht die auffälligsten sind. Wie man sich mit Hilfe der vergleichenden Anatomie leicht überzeugen kann, schwinden allmählich die für das Leben im Wasser unvorteilhaften Körperformen der Säuger, und an ihre Stelle tritt eine zweckmäßigere, die Spindelgestalt.

Natürlich finden wir diese Körperform nun nicht gleich deutlich ausgeprägt bei allen Wassersäugetieren, sie wird vielmehr, da sie abhängig ist von dem Grade der Anpassung des Tieres an das Leben im Wasser überhaupt, bald in höherem, bald in geringerem Maße vorhanden sein, je nachdem das betreffende Tier dem Wasserleben mehr oder weniger ergeben ist. So ist es erklärlich, daß wir bei Lutra, die noch viel auf dem Lande lebt, erst die Anfänge zu der fraglichen Umformung des Körpers finden, während diese umgekehrt bei den Walen, für die nur noch der Aufenthalt im Wasser in Betracht kommt, ihre höchste Ausbildung erlangt hat.

Diese Anpassung der äußeren Körpergestalt an das Leben im Wasser hat nun den Anstoß zu wichtigen Veränderungen im Innern des Körpers der Wassersäugetiere gegeben. Sie gehen in erster Linie das Skelett an, aber sekundär sind durch sie auch die Eingeweide betroffen worden, wie unsere Untersuchungen zeigen.

Betrachten wir zunächst einmal den Brustkorb. Bei allen Landsäugetieren finden wir, sofern nicht infolge Anpassung an besondere Lebensweise bereits eine Aenderung herbeigeführt wurde, wie bei den Chiropteren infolge des Flugvermögens und bei den höheren Affen und bei dem Menschen infolge des aufrechten Ganges, den sog. kielförmigen Thorax. Unter dem Einfluß des Wasserlebens wandelt sich dieser primitive Zustand in den ovalen, selbst in den querovalen, um. Schon bei den den Carnivoren nahe stehenden Ottern ist statt des kielförmigen Brustkorbes, wie er beispielsweise beim Hund und bei der Katze vertreten war, der ovale Brustkorb zu finden. In noch höherem Grade zeigen die Pinnipedier, bezw. die Seehunde als Vertreter derselben, diese Form des Brustkastens. Auch bei den Walen finden wir dieselbe vielleicht in noch stärkerem Maße wieder.

Unter den Zahnwalen scheint nur Beluga leucas eine Ausnahme zu machen; denn meine diesbezüglichen Befunde ergaben, daß die Querdurchmesser des Thorax kleiner waren als die dorso-ventralen. Ich lasse es dahingestellt sein, ob wir in dieser Abweichung ein primitives Verhalten zu erblicken haben, um so mehr, als abzuwarten ist, ob erwachsene Weißwale nicht doch vielleicht eine andere Thoraxform besitzen.

Die Bartenwale, bei denen wir eine entsprechende Abweichung konstatierten, können hier kaum in Frage kommen, ist doch bei ihnen der Thorax infolge besonderer Anpassung, die uns später noch beschäftigen soll, ventralwärts fast ganz unterbrochen.

Wie haben wir uns nun den abgeplatteten Thorax entstanden zu denken? Auf diese Frage giebt Hasse in einer sehr interessanten Arbeit, welche sich auch mit den Wassersäugetieren beschäftigt, eine befriedigende Erklärung. Wir wollen deshalb auf diese Abhandlung etwas näher eingehen.

Gewiß muß man Hasse[1]) darin zustimmen, daß der kielförmige Thorax „dem Druck des mit der aufgestützten und belasteten Extremität in Verbindung stehenden Schultergürtels“ vor allem seine Entstehung verdankt, und daß dabei der Muskelgürtel (Musculus pectoralis und serratus), in dem gewissermaßen der Brustkorb zwischen den vorderen Extremitäten hängt, begünstigend mitgewirkt hat. Der formbildende Einfluß des Druckes, welchen die Körperlast auf den Aufhängeapparat ausübt, ist unverkennbar.

Darauf deutet die Thatsache hin, daß wir gerade bei Tieren mit großem Körpergewicht (den Dickhäutern, Wiederkäuern, Raubtieren) den ausgeprägtesten kielförmigen Thorax finden, andererseits spricht dafür, daß vorzugsweise nur der Abschnitt des Brustkorbes diese Form zeigt, der gerade zwischen dem Schultergürtel liegt.

Von hervorragender Bedeutung sollen nach Hasse die erwähnten Rumpfextremitätenmuskeln nun auch bei der Entstehung des abgeplatteten Brustkorbes sein. Er sagt darüber wörtlich: „In dem Augenblicke, wo die Last des Körpers nicht mehr von der vorderen Extremität getragen wird, oder wo dieselbe nur zum geringen Teile oder nur zeitweilig durch Aufstemmen auf

---

1) Hasse, Ueber die Atmung, über den Bau der Lungen und über die Form des Brustkorbes bei dem Menschen und bei den Säugetieren. Arch. f. Anat. und Physiol., 1893, S. 300—307.

den Boden von ihnen gestützt wird, in dem Augenblicke ferner, wo die hinteren Extremitäten als Träger der Last voll oder zum Teil an die Stelle treten, oder, wo wie beim Klettern, die Körperlast hauptsächlich von den vorderen Extremitäten getragen oder gar gehoben wird, oder wo das Wasser oder die Luft einen Teil der Körperlast tragen, da wandelt sich unter dem Zuge der vorderen Rumpfextremitätenmuskulatur und bei aufrecht stehenden Tieren zugleich unter dem Einfluß der Verlegung des Schwerpunktes und der Richtung der Schwerlinie der kielförmige in den faßförmigen um."

Demnach wäre also auch bei unseren Wassersäugern gerade so, wie z. B. bei den Fledermäusen, der faßförmige Thorax lediglich durch den vereinten Zug der Brustmuskeln und des musculus serratus entstanden. Das scheint auf den ersten Blick nicht sehr wahrscheinlich; sehen wir doch gerade bei den Wassersäugern, daß die vorderen Extremitäten einem auffälligen Reduktionsprozeß unterliegen. Bei den Walen und Sirenen haben die Vordergliedmaßen ja nur noch die Funktion, als Steuer zu dienen, während sie als Bewegungsorgane überhaupt in keiner Weise mehr in Betracht kommen. Deshalb möchte man glauben, daß die in Frage stehenden Rumpfextremitätenmuskeln mit dem Fortfall ihrer ursprünglichen Aufgabe schwinden. Das finden wir aber nun nicht, vielmehr sehen wir, daß sie neue und äußerst wichtige Funktionen übernehmen; sie werden, worauf Hasse besonders hinweist, ausschließlich zu Atmungsmuskeln. Dieser Funktionswechsel erklärt uns dann, wie wir später sehen werden, mancherlie Veränderungen am Thorax.

Gleichzeitig sind aber damit auch die Bedingungen gegeben, die nach Hasse das Zustandekommen des faßförmigen Thorax erklären, indem, wie dieser Autor ausführt, „die vorderen Extremitäten als die festen Punkte für die Brustmuskeln" anzusehen sind. Es kann nun ungehindert ein Zug auf den Thorax ausgeübt werden. So sehr ich Hasse darin zustimme, was den Wechsel der Funktionen der Rumpfextremitätenmuskulatur betrifft, so will es mir doch nicht scheinen, daß diese Muskeln allein durch ihre Wirkung den Thorax in den faßförmigen übergeführt haben. Ich glaube bestimmt, daß der Wasserdruck, dem der schwere Körper der Wassersäuger ausgesetzt ist, und der gerade auf den dorso-ventralen Durchmesser desselben am stärksten wirkt, wenigstens von einiger Bedeutung dabei gewesen ist.

Die sich am Thorax vollziehende Umwandlung trägt dazu

bei, dem ganzen Körper eine Gestalt zu geben, wie sie annähernd unsere Torpedoboote besitzen. Während der kielförmige Thorax wohl zweckmäßiger gewesen wäre für das Schwimmen an der Oberfläche des Wassers, ist der faßförmige Brustkorb und auch die zum Teil dadurch bedingte Torpedogestalt des Körpers der Wale z. B. viel vorteilhafter für das Schwimmen unter Wasser, womit wir bei den Cetaceen in erster Linie zu rechnen haben. Vor allen Dingen zeigt sich der Vorteil der Torpedogestalt bei Wendungen und Drehungen, ganz besonders bei solchen um die Längsachse, die offenbar mit Leichtigkeit vorgenommen werden können. Wir haben also auch in dieser Anpassungserscheinung eine Vervollkommnung zu erblicken.

Als eine weitere Folge der Anpassung des Säugetierkörpers an das Leben im Wasser sind, wie ich schon früher andeutete, die Veränderungen aufzufassen, welche sich an den Pleuragrenzen vollzogen haben.

Ich vermute, daß die Umwandlung der Körperform in die Spindelgestalt den Anstoß dazu gegeben hat, und daß die unmittelbare Ursache die mit der Entstehung dieser Form auf das engste verbundene Streckung des Körpers gewesen ist, die zu einer Verlängerung desselben führte.

Jedenfalls trug dazu auch die Brustwirbelsäule bei, wenn auch nicht in dem Maße, wie die Lendenpartie und die Schwanzregion. Gleich diesen erreichte sie aber durch allmählich von vorn nach hinten zunehmende Vergrößerung der einzelnen Wirbel eine absolute Verlängerung der dorsalen Thoraxwand.

Zum Beweise dessen fand ich, daß bei den Walen sich erst im Laufe der Fötalentwickelung jener Unterschied in der Größe der einzelnen Wirbel herausbildete, woraus ich schloß, daß wir wir es mit einem sekundären Vorgang zu thun haben. In dieser Ansicht wurde ich bestärkt durch ähnliche Befunde bei amphibisch lebenden Säugetieren, die aber abweichen von denen ihrer nächsten landbewohnenden Verwandten. Diese Beobachtung und die Wahrnehmung, daß die Größenunterschiede der Wirbel und Zwischenwirbelscheiben um so erheblicher sind, je mehr sich ein Tier dem Wasserleben angepaßt hat, wie unsere Untersuchungen lehren, brachten mich gerade auf den Gedanken, diesen Vorgang mit dem Wasserleben in Beziehung zu bringen.

Durch meine Messungen, die ich bei Phocaena an den einzelnen Stadien vornahm, konnte ich mich davon überzeugen, daß

an der Brustwirbelsäule ein übermäßiges Wachstum statthat, was aber zu Gunsten meiner Ansicht von der Verlängerung der Wirbelsäule sprechen würde. Gleichzeitig hätten wir aber damit eine Vorstellung von der an der dorsalen Wand des Thorax vor sich gehenden Veränderung gewonnen. Wir sehen also, daß sich im Laufe der Fötalentwickelung des Braunfisches die Brusthöhle an der Dorsalseite verlängert.

Die Größenzunahme, welche die Brusthöhle hierdurch erfahren würde, wird aber durch den umgekehrten, sich an der ventralen Brustwand vollziehenden Vorgang kompensiert. Ich konnte hier eine Verlangsamung des Wachstums konstatieren, die darauf hindeuten würde, daß es im Laufe der Stammesgeschichte der Phocaena zu einer Verkürzung der Brusthöhle an der ventralen Seite gekommen ist.

Wenn diese Ansicht richtig ist, dann müßten wir auch aus dem Stand des Zwerchfells einen gewissen Anhalt gewinnen, denn dasselbe wird nach den vorangeschickten Erörterungen nicht nur im Laufe der Fötalentwickelung bei den Walen, bezw. dem Braunfisch, sondern als Konsequenz daraus auch bei den übrigen Wassersäugetieren mit zunehmender Anpassung schräger werden müssen.

Das können wir aus dem Längenverhältnis der ventralen zur dorsalen Brustwand erkennen. Bei dem jüngsten Embryo von Phocaena betrug es 1:1,75, bei dem nächst größerem 1:1,91 und bei dem ausgetragenen Fötus und dem erwachsenen Tier 1:2,35 bezw. 1:2,25.

Ganz ähnliche Resultate liefern die vergleichend-anatomischen Untersuchungen. Bei den landlebenden Carnivoren stellte sich das fragliche Verhältnis auf ungefähr 1:1,2—1:1,3, demnach ist bei diesen Säugetieren die Brusthöhle dorsalwärts wie ventralwärts ziemlich gleich lang, und das Zwerchfell steht infolgedessen verhältnismäßig senkrecht.

Bei Lutra mit einer Proportion von 1:1,34 bei der einen und 1:1,38 bei der anderen ist noch kein großer Unterschied zu konstatieren. Bei Enhydra war das Verhältnis schon merklich anders (1:1,43) und vollends erst bei Phoca, bei der es die Höhe von 1:1,6 bezw. 1:1,68 erreichte. Bei dem Seehunde ist denn auch das Zwerchfell schon auffällig schräg gelagert.

Wir sehen also aus den ontogenetischen Befunden, daß sich die betr. Proportion mit fortschreitender Fötalentwickelung immer

mehr zu Gunsten der dorsalen Länge der Brusthöhle verschiebt und in ähnlicher Weise lassen auch die vergleichend-anatomischen Untersuchungen dieses erkennen. Es kann wohl kaum zweifelhaft sein, daß wir hierin den Ausdruck einer fortschreitenden Anpassung an das Leben im Wasser zu erblicken haben.

Nächst diesen merkwürdigen Erscheinungen der Zwerchfellverschiebung hat in erster Linie das Herz dazu beigetragen, den Innenraum der Brusthöhle zu einem einheitlichen zu gestalten. Es paßte sich dem dorso-ventral abgeplatteten Thorax dadurch an, daß es seine Längsachse verkürzte, aber zum Ausgleich dafür bedeutend an Umfang zunahm. Wahrscheinlich richtete sich die Herzachse etwas auf.

Vielleicht, daß die Herzspitze durch das vorrückende Zwerchfell nach vorn geschoben wurde, vielleicht auch, daß der am vorderen Teil der Brusthöhle sich abspielende Verkürzungsprozeß zu einer Erhebung der Herzbasis geführt hat, jedenfalls finden wir das Herz besonders bei den Cetaceen, mehr oder minder senkrecht steht.

Durch die geschilderten Umstände, besonders aber wohl durch die Dickenzunahme des Herzens, die auch Allen [1]), allerdings nur für die Cetaceen, zu vermuten scheint, war es bedingt, daß es zu einer umfangreichen Verwachsung des Zwerchfells mit dem Herzbeutel kam.

Hierdurch schwand der sonst bei Säugetieren vorhandene Raum hinter dem Herzen, und wahrscheinlich hat auch der entsprechende vor demselben durch Zusammenwirken zweier Faktoren seine Existenz mehr oder minder aufgeben müssen. Einmal war es wieder die Umfangsvermehrung des Herzens, die sich auch nach vorn hin geltend machte, und dann jener Reduktionsprozeß, der bereits zur Verkürzung der Halswirbelsäule geführt hat und sich auch schon an der Brustwirbelsäule bemerkbar macht.

Das Resultat dieser Prozesse ist also die Herstellung eines einheitlichen Raumes zur Aufnahme der Lungen.

Da die Lungen abhängig sind von dem Raum, in welchen sie eingebettet sind, konnte es nicht ausbleiben, daß sich bald die Folgen jener Umformung des Thorax auch an ihnen zeigten. Indem der Reduktionsprozeß sich vorn an der Brusthöhle vollzog und das Zwerchfell an der ventralen Seite der Brusthöhle nach

1) Dr. W. Allen, A variety of pulmonary lobation. Journal of Anat., Bd. 16, S. 607 Anm.

vorn rückte, wurden gewissermaßen die Lungenlappen aneinandergedrängt und verschmolzen schließlich. Bei Katze, Hund und Lutra vollständig frei, sind sie schon bei Enhydra zum Teil verschmolzen; auch der unpaarige Lappen zeigt, soweit er außerhalb des hinteren Mittelfellraumes liegt, schon deutlich eine Verschmelzung mit dem hinteren Lappen der rechten Lunge, und der eigentliche Lobus infracardiacus, der in dem hinteren Mittelfellraum zwischen Herz und Zwerchfell liegt, ist verhältnismäßig klein.

Bei Phoca ging dieser Lappen verloren, und auch die Verschmelzung der übrigen Lappen ging noch weiter. Aehnlich haben wir uns auch bei den Cetaceen die ungelappten Lungen entstanden zu denken. Gewinnt diese Annahme schon durch die vergleichend-anatomischen Befunde sehr an Wahrscheinlichkeit, so läßt die Ontogenie keinen Zweifel mehr darüber aufkommen, daß die Wale von Tieren abstammen, die gelappte Lungen gehabt haben. Es ist also als Resultat festzustellen, daß unter dem fortschreitenden Einfluß des Wasserlebens die Lungenlappen verschmelzen. Dadurch nähern sich die Lungen der Wassersäugetiere, wenigstens was die äußere Gestalt betrifft, wieder den der Reptilien, von denen sie sich aber durch die innere Struktur sehr wesentlich unterscheiden.

Hiermit ist die Reihe der Anpassungserscheinungen noch nicht erschöpft. Der Thorax sowohl, wie die Lungen selbst bieten noch einige interessante Veränderungen dar, die der Erwähnung wert sind und daher hier kurz betrachtet werden sollen.

Der Aufenthalt der Säugetiere in dem dichteren Medium des Wassers gegenüber der dünneren Luft hatte gewisse Veränderungen der Atmungsmuskulatur zur Folge. Das Zwerchfell sowohl, wie die übrigen Inspiratoren nahmen an Stärke zu, um den nun auf den Thorax lastenden Wasserdruck überwinden zu können. Das Verhältnis, in dem die beiden Gruppen von Muskeln, das Zwerchfell einerseits und die übrigen Inspirationsmuskeln andererseits, dabei beteiligt sind, ist nicht immer dasselbe. In der Regel war bei unseren untersuchten Wassersäugern das Zwerchfell ein äußerst kräftiger Muskel, der den übrigen bezüglich der Atmungsenergie wohl das Gleichgewicht halten konnte. Bei anderen aber dürfte die Brustatmung überwiegen, wie mir aus der Beschaffenheit des Thorax hervorzugehen scheint Ich denke hierbei besonders an die Bartenwale und an die Sirenen. Wir werden sehen, wie sich bei ihnen der Thorax verhält.

Der Brustkorb wird unter dem Einfluß des Wasserlebens beweglicher und erweiterungsfähiger, welches beides wir aber auf die Wirkung der eben betrachteten Muskeln zurückzuführen haben. Deutlich kann man dies bei Lutra, Enhydra und Phoca wahrnehmen und gleichzeitig aus dem verschiedenen Verhalten derselben erkennen, daß die erwähnten Eigenschaften sich mit zunehmender Anpassung, je mehr sich die betreffenden Tiere dem Wasserleben ergeben, steigern.

Die größere Erweiterungsfähigkeit des Thorax ist zunächst nur bedingt durch eine Lockerung der Rippen an ihren beiden Befestigungspunkten, am Brustbein und an der Wirbelsäule. Um eine noch größere Erweiterung des Thorax zum Zwecke der Atmung zu ermöglichen, kam es dann wahrscheinlich zur gänzlichen Loslösung einiger Sternalrippen.

Dies Verhalten treffen wir bei den Zahnwalen an, bei denen in der Regel nur noch 5 Rippen mit dem Brustbein verbunden sind. Aber auch schon bei ihnen können nur noch 4 Paare wahrer Rippen vorkommen, wie die angeführten Beobachtungen am Gangesdelphin und Grindwal lehren. Andererseits giebt es auch wiederum Zahnwale, bei denen dieser Prozeß der Loslösung noch nicht so weit gegangen ist, und die daher noch 6 wahre Rippen besitzen, wie beispielsweise Monodon.

Noch schöner zeigen dies Verhalten die Sirenen. Da haben wir bei der ältesten Form derselben, bei Rhytina Stelleri [1]), noch 5 Paare wahrer Rippen, Halicore [2]) besitzt deren noch 4, und Manatus [3]) hat nur noch 3 Paare wahrer Rippen.

Bei den Bartenwalen schließlich steht nur noch die 1. Rippe mit dem Brustbein in Verbindung. Damit hat aber auch dieser Prozeß seinen Höhepunkt erreicht.

Mit der Loslösung der Rippen vom Brustbein schwinden die Sternalrippen, wie die Befunde bei den Bartenwalen lehren. Eschricht und Reinhardt ist es aber gelungen, sie noch bei einem jungen Fötus von Balaena mysticetus nachzuweisen [3]).

Hand in Hand mit der Reduktion der Sternalrippen geht ein Schwund des Brustbeins, wie er beispielsweise bei Phocaena und

1) Meckel, Vergl. Anatomie, II. Teil, S. 508.
2) Rapp, l. c.
3) Flower, Osteologie der Säugetiere, S. 104.

noch besser bei Manatus beobachtet werden kann. Wir sehen in der Regel, daß der eigentliche Brustbeinkörper schwindet, und daß die Handhabe und der Schwertknorpel erhalten bleiben. So ist es bei Halicore, Manatus, auch bei einem Fötus von Balaenoptera Sibbaldii fand TURNER Manubrium und Xiphisternum wohl ausgebildet vor. Gewöhnlich aber ist bei sämtlichen Bartenwalen nur das Manubrium vorhanden, mit dem die erste Rippe verbunden ist.

Somit sehen wir, daß auch dieser Prozeß, der sich infolge Anpassung an das Wasserleben vollzog, bei den Bartenwalen seinen Höhepunkt erreichte. Ich glaube aber nicht, daß wir hierin eine bessere Anpassung als bei den Zahnwalen zu erblicken haben, die ebenso gewandte Schwimmer sind wie die Bartenwale und, was das Tauchen anbetrifft, ihnen vielleicht überlegen sind. Nach meiner Ansicht ist die geringere Zahl wahrer Rippen, der Ausdruck einer stärkeren Brustatmung, die zum Ersatz für die schwächer als bei den Zahnwalen entwickelte Zwerchfellatmung eintrat. Hierüber dürften uns gewiß die Sirenen die besten Aufschlüsse geben.

Auf die Lungen machte sich der Einfluß der großen Dehnungsfähigkeit des Thorax dahin geltend, daß sie in hohem Maße elastisch wurden, um den Bewegungen des Brustkorbes folgen zu können. Die Elasticität erklärt sich aus einer Zunahme der elastischen Elemente im Lungengewebe. Doch nicht allein in der großen Erweiterungsfähigkeit besteht der Zweck der großen Elasticität der Lungen, sondern in ebenso hohem Maße vielleicht in der dadurch bedingten Festigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen hohe Drucke, die auf die Lungen der Wassersäugetiere bei deren Tauchen in große Tiefen ausgeübt werden. Der Gefahr der Zersprengung, der die stark mit Luft gefüllten Lungen infolge der damit verbundenen Kompression ausgesetzt sind, wird also gleichzeitig auch auf diese Weise wirksam begegnet.

Am Schlusse dieser Zusammenfassung sei noch hingewiesen auf jene merkwürdige Asymmetrie, welche wir an dem Thorax mehrerer Wassersäuger fanden. Aus verschiedenen Umständen werden wir zu der Ansicht gedrängt, daß auch sie eine Folge des Wasserlebens ist, wenn es bisher auch nicht gelang, die direkte Ursache dafür ausfindig zu machen. Vermißt haben wir die Asymmetrie des Thorax bei den Föten von Hyperoodon und Balaenoptera. Dies gestattet allerdings noch

nicht, Schlüsse auf die erwachsenen Tiere zu ziehen, sahen wir ja doch gerade bei kleineren Föten von Phocaena, daß sie dort fehlte. Erst mit fortschreitender Entwickelung stellte sich hier die Asymmetrie ein. Ebenso war sie zu konstatieren bei Beluga und bei beiden untersuchten temporären Wassersäugern, bei Enhydra sowohl, wie bei Phoca.

Nicht ohne Bedeutung scheint mir zu sein, daß sich die Asymmetrie bei den hier besprochenen Wassersäugern nicht in derselben Weise äußert. Beluga und eine Phoca stimmten darin überein, daß bei ihnen die linke Brusthälfte die rechte an Größe übertraf. Demgegenüber weisen Phocaena und Enhydra gemeinschaftlich das umgekehrte Verhalten auf. Von ganz besonderem Interesse aber dürfte sein, daß auch innerhalb einer engbegrenzten Species schon ein derartiger Wechsel vorkommen kann. Die beiden Seehunde zeigten bekanntlich entgegengesetztes Verhalten. Vielleicht kann einmal diese merkwürdige Thatsache gerade zur Lösung der Frage nach der Ursache der Asymmetrie beitragen.

---

2. Teil.

Untersuchungen über den Bronchialbaum.

Nachdem wir im ersten Abschnitt dieser Arbeit versucht haben, die Umformungen festzustellen, welche sich an der äußeren Gestalt der Lungen der Säugetiere infolge Anpassung an das Leben im Wasser vollzogen haben, dürfte es vielleicht nicht überflüssig erscheinen, auch das Innere der Lungen auf seine Anpassungserscheinungen zu untersuchen. Es läßt sich unter Berücksichtigung der gesteigerten Anforderungen, welche an die Lungen der Wassersäugetiere herantreten, von vornherein vermuten, daß es zu Veränderungen auch innerhalb derselben gekommen sein wird. Wenn diese in erster Linie wohl auch nur eine Differenzierung der histologischen Struktur betreffen, so lassen sich doch gleichwohl eine Reihe gröberer Veränderungen an den luftzuführenden Kanälen erkennen. Diese näher festzustellen, soll in erster Linie der Zweck der vorliegenden Untersuchungen sein.

Ich werde bei der Darstellung dieser Verhältnisse genau so verfahren, wie im ersten Teil und die Specialuntersuchungen an

Walen nebst vergleichend-anatomischen Studien an anderen Wassersäugetieren voraufschicken. In der darauf folgenden allgemeinen Zusammenfassung will ich dann versuchen zu ermitteln, welchen Einfluß das Wasserleben auf die Luftröhre und den Bronchialbaum ausgeübt hat.

Specialuntersuchungen.

A. Waltiere.

I. Phocaena communis Less.

An Material haben mir vier Lungen von erwachsenen Braunfischen und drei von Föten zur Verfügung gestanden. Eine von den ersteren injizierte ich mit leicht schmelzbarem Metall und macerierte sie, um den Metallausguß zu erhalten, in Salzsäure[1]) (Taf. III, Fig. 1). Eine andere injizierte ich mit einer Mischung von Wachs-Kolophonium und zwar den Bronchialbaum sowohl wie die Gefäße. Bei einer dritten Lunge benutzte ich als Injektionsmasse eine Celloidinmischung, die ich auch bei späteren Injektionen mit Vorteil verwandte. Bei diesen beiden Lungen habe ich versucht, den Bronchialbaum durch vorsichtiges Präparieren unter Schonung der Luftröhre und ihrer Aeste zu erhalten. Ich that dies, um die Präparate gleichzeitig zum Studium der Knorpelelemente zu verwenden. Ausschließlich für die Untersuchung der Knorpel der Luftröhre und der Bronchen diente mir eine vierte Lunge. Von den fötalen Lungen habe ich nur die des ausgetragenen Fötus, wie früher schon erwähnt, mit Celloidin injiziert, hinterher in Salzsäure maceriert (Taf. III, Fig. 1).

Die Luftröhre des Braunfisches ist wie bei den meisten Cetaceen sehr kurz. So maß sie beispielsweise bei einem erwachsenen Exemplar vom hinteren Rande des Kehlkopfes bis zur Bifurkation 4,5 cm, während ihre Länge bei dem ausgetragenen Fötus 1,3 cm betrug. Auf dem Querschnitt erscheint die Luftröhre nicht rund, sondern in auffälliger Weise dorso-ventral zusammengedrückt.

Unmittelbar hinter dem Kehlkopf erscheint sie am meisten zusammengedrückt, daher sie auch hier die größte Breite aufweist. Bis zur Abgabe des ersten Bronchus der rechten Lunge, der be-

1) Durch Zusatz einer bestimmten Menge metallischen Quecksilbers zu dem bei ca. 70° schmelzenden Rose'schen Metall bekam ich ein Gemisch, das bereits bei 52° schmolz. Die Festigkeit des Metallgemisches hatte durch diesen Zusatz nicht bemerkenswert gelitten.

kanntlich seitlich aus der Trachea entspringt, bewahrt sie annähernd diese Breite, ebenso die Dicke, die sie schon im vordersten Teile hatte. Nach Abgabe des trachealen Bronchus wird sie auffällig schmäler und nimmt von dort bis zur Bifurkation stetig an Breite ab. Während z. B. die Breite der Trachea vor Abgabe des erwähnten Bronchus 3,75 cm bei dem erwachsenen Tier und 1 cm bei dem Fötus betrug, konnte ich kurz vor der Bifurkation in unseren beiden Fällen nur eine solche von 3,15 resp. 0,85 cm ermitteln.

In dem Maße, wie die Breite der Luftröhre abnimmt, nimmt umgekehrt, je weiter wir uns der Bifurkation nähern, die Dicke derselben zu. Von 1,9 cm bei dem erwachsenen Braunfisch und 0,5 cm bei dem Fötus steigt sie bis zur Bifurkation an auf 2,2 resp. 0,65 cm.

Die Luftröhrenäste dagegen zeigen, abgesehen von den obersten Abschnitten der beiden Hauptbronchen und des trachealen Bronchus, die gleichfalls noch eine leichte Abplattung erkennen lassen, annähernd kreisförmigen Querschnitt. Wir sehen demnach, daß nur der am Halse resp. außerhalb des Brustkastens gelegene Teil der luftzuführenden Kanäle komprimiert ist.

Die Trachea von Phocaena erscheint im Vergleich zu der gleichgroßer Landsäuger außerordentlich weit. Dazu erfreut sie sich noch einer ziemlichen Dehnungsfähigkeit, die, wie wir später sehen werden, ihren Hauptgrund in dem Offenstehen einiger Knorpelbögen an der ventralen Seite hat.

Die Hauptbronchen sind ebenfalls sehr weit und lassen sich bis gegen die hinteren Enden der Lungen deutlich verfolgen. Der linke ist stärker als der rechte, denn während dieser bald nach der Bifurkation nur einen Durchmesser von 1,8 cm hatte, maß der linke in gleicher Höhe 2 cm. Berücksichtigen wir aber, daß die rechte Lunge noch durch den reichlich 1 cm Durchmesser haltenden trachealen Bronchus mit Luft versorgt wird, so ergiebt sich für die rechte Lunge im ganzen doch ein größerer Querschnitt des Luft leitenden Kanals als an der linken Lunge. Das steht aber völlig im Einklang mit dem von Stahel und Braune [1]) gefundenen Gesetz, wonach die Größe des Querschnittes eines Bronchus von der Größe des Luftvolumens abhängt, welches durch denselben

1) Stahel und Braune, Ueber das Verhältnis der Lungen, als zu ventilierender Lufträume, zu den Bronchien, als luftzuleitenden Röhren. Archiv für Anat. und Physiol., 1886.

streicht, und daß somit bei unserem Braunfisch der größere Querschnitt des Bronchus auch der größeren Lunge zukommen muß.

Bevor wir uns dem eigentlichen Bronchialbaum zuwenden, wollen wir noch kurz die Knorpelelemente der Luftröhre und ihrer Aeste betrachten, die in hohem Maße unser Interesse verdienen. Die spärliche Litteratur gewährt uns keinen befriedigenden Einblick in diese höchst eigentümlichen Verhältnisse.

Am meisten kann ich noch MECKEL[1]) beistimmen, wenn er sagt, daß die Luftröhre von Phocaena aus einzelnen niedrigen knorpeligen Ringen besteht, die sehr dicht zusammenliegen und sich nicht weit von einander entfernen lassen. Wenn man die Luftröhre des Braunfisches von den anhaftenden Gewebsmassen frei präpariert, wenn man womöglich auch das Perichondrium von den Luftröhrenknorpeln entfernt, dann läßt sich mit ziemlicher Sicherheit erkennen, daß die knorpelige Grundlage der Luftröhre nicht aus regelrechten Spiralen besteht, wie gewöhnlich angenommen wird, sondern aus Knorpelbögen, die nur an verschiedenen Stellen miteinander verschmolzen sind. In Uebereinstimmung mit MECKEL[1]) finde ich, daß die Ringe besonders an der dorsalen Seite umfangreich miteinander verwachsen sind, so daß die Unterscheidung einzelner Ringe geradezu auf Schwierigkeiten stoßen kann. Dafür gelingt es aber an der ventralen Seite und beiderseits lateral von der Luftröhre um so besser, sich von dem Vorhandensein einzelner Ringe zu überzeugen. Hiervon machten nur die 2 letzten Ringe vor der Bifurkation eine Ausnahme, insofern sie, eine kleine Strecke am rechten Rande der Trachea ausgenommen, völlig verschmolzen waren. Der drittletzte Ring war inmitten anderer ventralwärts geschlossener Ringe unten offen. Mit dem einen Ende war er mit den folgenden Ringen eine Verbindung eingegangen, das andere Ende des Knorpelbogens endete aber frei an der ventralen Seite der Luftröhre.

Im ganzen konnte ich so 9—10 Ringe zählen, von denen, wie ich noch hervorheben will, die 4 bis 5 ersten — entgegen den Befunden bei den landlebenden Säugetieren — ventralwärts offen waren. Abgesehen von den zwei ersten Ringen lagen die Enden der Knorpelbögen jedoch so dicht bei einander, daß, wenn man nicht sorgfältig die sie bedeckenden und verbindenden stark

---

1) MECKEL, System der vergleich. Anatomie, Halle 1833, Teil VI, S. 378.

elastischen Massen herauspräparierte, man die Reifen für vollständige Ringe hätte halten können.

An den beiden Hauptästen und dem sog. trachealen Bronchus wird in den obersten der Trachea benachbarten Abschnitten gleichfalls noch eine umfangreiche Verschmelzung beobachtet, dann aber erscheinen weiter unten die Knorpelbögen entschieden freier. Sie sind verhältnismäßig schmal, liegen sehr dicht aneinander und lassen auf den ersten Blick kaum auffällige Verwachsungen erkennen. Man würde sich aber einem großen Irrtum hingeben, wollte man nun die Knorpelbögen für vollständige Ringe halten. Wenn man genauer zusieht, und wenn man noch besser die Knorpelelemente zu isolieren versucht, dann wird man bald zu der Ansicht gedrängt, daß es sich um kompliziertere Bildungen handelt. So beobachtet man einen schmalen Knorpelstreifen, der sich nicht zu einem Ringe schließt, sondern dessen Enden sich nach Art eines Schlüsselringes neben- resp. hintereinander legen, ohne zu verschmelzen. Dann fand ich solche Bildungen mit einem scheinbar vollständigen Ring verwachsen, der gleichfalls mit seinem Nachbar, einem unregelmäßigen Knorpelbogen, durch eine kleine, schräg nach hinten verlaufende Knorpelspange eine feste Verbindung eingegangen war. Das Ganze macht dann thatsächlich auf den Beschauer den Eindruck einer Art Spirale. In den Hauptästen und den Nebenästen 1. Ordnung finden sich solche Bildungen recht häufig.

Schon in verhältnismäßig großen Nebenästen werden die Knorpelelemente seltener, die Knorpel werden schmäler, dafür mehr rund und sind weiter auseinandergezogen. Ich fand einmal sogar einen großen Ast 1. Ordnung, der durch seine grauweiße Farbe und durch seine Schlaffheit auffiel. Aeußerlich waren Knorpelbögen überhaupt nicht wahrzunehmen; erst als ich die äußerst kräftige, bindegewebig-elastische Hülle abpräparierte, fanden sich darin spärliche, dünne Knorpelstreifen. In der Regel scheint dies Verhalten erst in viel feineren Aesten einzutreten.

Was schließlich die Festigkeit der Knorpel betrifft, so sind die außerhalb der Lunge gelegenen fester als die, welche sich innerhalb derselben vorfinden. Ich kann damit Meckel's [1]) Angaben bestätigen. Ebenso wie ihm ist es mir nie gelungen, auch nur eine Spur einer Verknöcherung der Luftröhrenknorpel zu finden,

---

1) Meckel, System der vergleich. Anatomie, Halle 1833, Teil VI, S. 382.

die bekanntlich BARCLAY[1]) für BELUGA seltsamerweise gefunden haben will. Soviel ich weiß, ist bisher bei keinem Wal ein ähnlicher Befund gemacht worden, und es ist demnach zweifelhaft, ob man auf die BARCLAY'sche Beobachtung überhaupt Gewicht zu legen hat. Nach meiner Ansicht würde eine Verknöcherung der Luftröhrenknorpel wesentlich dazu beitragen, die Elasticität der Lungen zu vermindern, die bei dem Wale aber doch gerade eine so große Rolle spielt. Die Exspiration sowohl wie die Inspiration würde darunter erheblich leiden.

Wollten wir uns diesen merkmürdigen Befund mit dem hohen Alter des Tieres erklären, was ja nahe liegt, so wäre aber nicht zu verstehen, warum gerade nur die innerhalb der Lungen gelegenen Bogen verkalkten und nicht die äußeren.

Wir kommen nunmehr zu der Betrachtung des eigentlichen Bronchialbaums.

Gleich beim Eintritt in die Brusthöhle teilt sich die Luftröhre unter einem spitzen Winkel von ca. 40° in 2 große Aeste, die sog. Stammbronchen AEBY's, die nach kurzem Verlauf sich ventro-medial ungefähr anf der Grenze zwischen dem ersten und zweiten Drittel der Länge in die entsprechenden Lungen versenken. Mit dem Eintritt in die Lungen lösen sich die Stammbronchen jedoch nicht dichotomisch auf, sondern lassen sich als grundlegendes Achsengebilde bis an den hinteren Lungenpol deutlich verfolgen.

Bei der Bildung des Neigungswinkels sind die beiden Stammbronchen nicht gleichmäßig beteiligt, indem er zum größten Teil auf Kosten des linken zu setzen ist; wodurch es zu einer gewissen Asymmetrie kommt. Der rechte Stammbronchus verläuft mehr in der Richtung der Trachea und bildet mit einer geradlinigen Verlängerung derselben nach hinten (caudalwärts) einen Winkel von 15°. Der linke Bronchus zeigt bald nach seinem Ursprung eine Ablenkung von derselben Geraden nach außen von mindestens 25°. Bei dem ausgetragenen Fötus betrug der Neigungswinkel 45° und bei den kleinen Föten reichlich 50°. In beiden Fällen erwies sich der rechte Bronchus als der steilere.

Bei ihrem Verlauf durch die Lungen behalten die Stamm-

---

1) BARCLAY, Ueber den Bau der Beluga. Aus THOMSON's Annals etc. im Deutschen Archiv, IV, 1818, S. 297 und BARCLAY und NEILL, Account of a Beluga or White Whale. Memoirs of the Wernerian Soc., Vol. III, S. 388.

bronchen nicht die ihnen ursprünglich mitgeteilte gerade Richtung bei, sondern beide nehmen eine medialwärts konkave Krümmung an, die allerdings auf der linken Seite viel stärker ist als rechts, wo wir einen mehr geraden Verlauf vorfinden. Der linke Stammbronchus ist vor dem rechten noch dadurch ausgezeichnet, daß er in den hinteren Abschnitten einen dorsalwärts leicht konvexen Bogen beschreibt.

Jeder Stammbronchus giebt in streng monopodischer Weise Aeste ab, die sich besonders in 2 Reihen anordnen und mit einiger Berechtigung als dorsale, sofern sie dem dorsalen stumpfen Rande zustreben, und ventrale, die nach dem ventralen Lungenrande hinziehen, bezeichnen lassen.

Was zunächst die ventralen betrifft, so ist ihr Verbreitungsgebiet nach vorn hin, oralwärts, beschränkt durch die vom Herzen aufsteigende, sich im Bogen vor und über dem 1. Ventralbronchus nach hinten begebende Pulmonalarterie. Für die dorsalwärts über ihr aus dem Stammbronchus abgehenden Dorsalbronchen ist damit kein Hindernis gegeben, und sie können sich auch weiter nach vorn hin ausdehnen, wie wir später sehen werden. So kommt es, daß die Ventralbronchen nur in den beiden letzten Dritteln der Stammbronchen zu finden sind.

Der Zahl nach habe ich an jeder Lunge 5—6 unterscheiden können. Sie sind nicht von gleicher Größe. In der Regel ist der 1. der größte, doch habe ich hiervon eine Ausnahme gefunden, indem der 1. Ventralbronchus der linken Seite kaum die Größe des 5. Ventralbronchus hatte. Vom 1. bis zum letzten nehmen die Ventralbronchen an Größe, an Dicke sowohl wie auch an Länge, ab. Dabei verringert sich auch die Verzweigung.

Jeder Ventralbronchus entläßt bald nach seinem Ursprung aus dem Stammbronchus einen äußerst kräftigen Ast, der wiederum Aeste — nach vorn und hinten — abgiebt und selber dorsalwärts verläuft. Der fortlaufende Stamm eines Ventralbronchus strebt dem ventralen Lungenrande zu und löst sich dort, nachdem er vorher noch mehrere kräftige Seitenäste abgegeben, die besonders nach vorn und hinten gerichtet sind und sich wieder stark verästeln, in zahlreiche kleine Aestchen auf.

Im Vergleiche zu den Ventralbronchen der linken Lunge sind die der rechten entschieden kräftiger entwickelt, sowohl was Dicke als auch Länge betrifft; auch die Verzweigung scheint an manchen Bronchen üppiger zu sein.

Die Ventralbronchen liegen nicht in einer Horizontalebene,

sondern nehmen eine verschiedene Richtung vom Stammbronchus aus an. Der erste Ventralbronchus ist ziemlich stark ventralwärts geneigt, der zweite schon weniger, und die letzten entspringen annähernd lateralwärts aus den Stammbronchen und behalten auch diese Richtung in ihrem weiteren Verlaufe bei.

Was die Verteilung der ventralen Bronchen anlangt, so habe ich ein konstantes Verhältnis nicht beobachtet. Meistens nahmen die Abstände zwischen je 2 Bronchen, je weiter man sich dem hinteren Lungenpol näherte, immer mehr ab, so daß der Abstand zwischen dem 1. und 2. Ventralbronchus der größte, und der zwischen dem 5. und 6. der kleinste war. Einmal fand ich den Abstand zwischen dem 1. und 2. Ventralbronchus auffällig klein, und zwar betraf dieser Fall wiederum die linke Lunge, die uns schon einmal durch die Kleinheit des 1. ventralen Bronchus auffiel. Ein anderes Mal fiel an der rechten Lunge der Abstand zwischen dem 2. und 3. Ventralbronchus kleiner aus, als der zwischen dem 3. und 4. Solche Verschiedenheiten scheinen nicht selten zu sein, auch bei einem Fötus habe ich ganz ähnliche vorgefunden.

Vergleichen wir schließlich die ventralen Bronchen der linken mit denen der rechten Lunge, so müssen wir bemerken, daß der erste Ventralbronchus der rechten Lunge höher nach der Bifurkation zu gelegen ist als der linke. Vielleicht ist es auch nicht ohne Belang, zu wissen, daß der Abstand zwischen dem 1. und 2. Ventralbronchus rechts in der Regel auffällig größer ist als an der linken Lunge.

Seitdem durch ZUMSTEIN[1]), ganz besonders aber durch NARATH's[2]) hervorragende Untersuchungen klar bewiesen ist, daß der Pulmonalarterie jene ihr von AEBY[3]) zugesprochene Bedeutung für die Gestaltung des Bronchialbaums nicht zukommt, ist die Lehre von den eparteriellen und hyparteriellen Bronchen wohl als erledigt anzusehen. Durch die Ontogenie und auch die vergleichende Anatomie hat NARATH[2]) den Beweis erbracht, daß die vor der Ueberkreuzung des Stammbronchus durch die Arteria pulmonalis gelegenen, von AEBY[3]) als eparterielle bezeichneten Bronchen

1) ZUMSTEIN, Ueber den Bronchialbaum des Menschen und der Säugetiere. Sitzungsber. d. Ges. z. Beförd. der gesamt. Naturw. zu Marburg, 1891.

2) NARATH, Die Entwickelung der Lunge von Echidna aculeata. SEMON, Forschungsreisen in Australien, Bd. 2, Lief. 3.

3) AEBY, Der Bronchialbaum des Menschen und der Säugetiere, Leipzig 1880, S. 5.

nichts weiter als Dorsalbronchen sind, die infolge besonderer, uns bis jetzt allerdings nicht bekannter Einflüsse auf den Stammbronchus selbst bis auf die Trachea hinauf wandern können, wie wir es ja gerade bei den Cetaceen soweit verbreitet finden. Demnach haben wir beim Braunfisch an der rechten Lunge im ganzen 7 deutliche Dorsalbronchen, von denen der erste der sog. tracheale eparterielle Aeby's ist. An der linken Lunge habe ich ebenfalls 7 gezählt. Bei der Bezeichnung des trachealen Bronchus als des 1. Dorsalbronchus ist mir sein Ursprung, wie er oben kurz angedeutet ist, maßgebend gewesen.

Die dorsalen Bronchen, mit Ausnahme des ersten an jeder Lunge, sind Träger des sog. stumpfen Randes. Von hinten nach vorn nehmen sie an Größe und auch an Verzweigung zu. So ist der letzte der kleinste und giebt nur einige kleine Aeste nach vorn hinten und oben ab. Schon der nächste ist bei weitem vollkommener. Der 5. dann, von oben gezählt, stellt bereits einen kurzen, gedrungenen Ast dar, der 3 kräftige Zweige, einen nach vorn, einen lateralwärts und einen nach hinten, entsendet. Von den anderen verdient der 2. Dorsalbronchus und wegen seiner äußerst kräftigen Entwickelung besonders der der rechten Lunge genannt zu werden. Er kann, was seine Größe betrifft, dem 1. Ventralbronchus an die Seite gestellt werden und hat wie dieser 7—8 ansehnliche Aeste. Die beiden sog. eparteriellen Bronchien aber, unsere 1. Dorsalbronchen oder die apicalen, wie wir sie mit Narath auch bezeichnen können, weil sie die Spitze der Lunge versorgen, sind die größten im ganzen Bronchialbaum. Dies wird uns sofort erklärlich erscheinen, wenn wir berücksichtigen, daß ihnen gleichzeitig die Aufgabe zufällt, auch den nach dem ventralen Rande zu gelegenen Lungenteil mit Luft zu versehen, was weiter rückwärts durch die Ventralbronchen geschieht. Jeder 1. Dorsalbronchus teilt sich besonders in 3 große Aeste, von denen der oralwärts entspringende in ziemlich scharfem Bogen sich nach vorn begiebt und zum Träger der vorderen Lungenspitze wird. Ein besonders großer Ast geht nach oben und vertritt auf diese Weise den Dorsalbronchus, der dritte größere Ast, wohl der fortlaufende Stamm, wendet sich etwas rückwärts dem ventralen Rande zu.

Gleich den Ventralbronchen liegen die dorsalen Bronchen nicht in einer Ebene, sondern sind noch mehr als diese gewissermaßen in einer langgezogenen halben Spiraltour um den Stammbronchus angeordnet. Der apicale Bronchus der rechten Seite

entspringt direkt lateral aus der Trachea, während der der linken Lunge mehr dorso-lateral den Stammbronchus verläßt. Der 2. Dorsalbronchus verläßt noch annähernd dorso-lateral den Hauptbronchus, der 2. der linken Seite dagegen schon rein dorsal. Die nächsten rücken immer mehr medialwärts, und die letzten verlassen den Stammbronchus vollständig medio-lateral.

Wenn wir von dem hinteren Lungenpol nach vorn vorschreiten, so kann man beobachten, daß je einem Ventralbronchus auch ein Dorsalbronchus entspricht, daß aber dieser in Bezug auf seinen Ursprung nicht mit jenem auf gleicher Höhe liegt. Auch die Dorsalbronchen unter sich zeigen kein gleiches Verhalten, es lassen sich vielmehr 2 Gruppen unterscheiden, von denen die erste die Bronchen 5, 6, 7 umfaßt. Diese Bronchen zeigen das bei anderen Tieren gewöhnlich beobachtete Verhalten, daß sie hinter den entsprechenden Ventralbronchen entspringen. Vom 4. Ventralbronchus ab nach vorn hin tritt auffälligerweise das umgekehrte Verhalten ein. Für diese vorderen Bronchen behält dann AEBY [1]) Recht, wenn er in seiner Monographie anführt, daß bei den Cetaceen, umgekehrt wie bei den anderen Säugern, den Dorsalbronchen gegenüber den ventralen Bronchen die höhere Lage zukäme. Es kann keine bloße Zufälligkeit sein, ich habe die Verhältnisse bei allen meinen Präparaten übereinstimmend gefunden. Es ist nicht unwichtig, zu beobachten, daß der 4. Dorsalbronchus nur erst wenig über dem entsprechenden Ventralbronchus liegt und daß sich die Abstände der anderen 3 von den zugehörigen ventralen Bronchen stufenweise vergrößern. An der rechten Lunge macht sich das Bestreben, die Dorsalbronchen kopfwärts vorrücken zu lassen, in viel höherem Maße geltend. Der Abstand zwischen den 2. Dorsalbronchen und den 1. Ventralbronchen ist am größten. Die beiden fraglichen Dorsalbronchen erscheinen eine ganze Strecke vor den 1. Ventralbronchen. Der 2. dorsale Bronchus der rechten Lunge aber ist viel weiter vorgerückt als der der linken. Wir werden auf diesen Bronchus noch einmal zurückkommen, weil er eine wichtige Bestätigung der NARATH'schen Ansicht über die Entstehung des eparteriellen Bronchus liefert [2]). Die beiden 1. Dorsalbronchen, die sog. eparteriellen AEBY'S, haben endlich keine Ventralbronchen mehr zur Seite, sie

1) AEBY, l. c. S. 6.
2) NARATH, l. c. S. 270.

sind schon aus dem Gebiet derselben herausgedrängt; sie entschädigen sich aber dafür durch die bereits beschriebene Art der Verästelung.

Was schließlich die Neigung der Bronchen zum Stammbronchus betrifft, so bilden alle ohne Ausnahme, die Dorsalbronchen sowohl wie die Ventralbronchen, mit ihm spitze Winkel. Im günstigsten Falle habe ich den Neigungswinkel 60° groß gefunden, meist aber kleiner. Am größten war der Neigungswinkel des 1. Ventralbronchus jeder Seite, von da nach hinten nahmen die Winkel stufenweise ab. So fand ich beispielsweise an der rechten Lunge für den 1. Ventralbronchus 60°, für den 2. 55°, 3. 50°, 4. 40°, 5. sogar nur 30°. An der linken Lunge bestanden ganz ähnliche Verhältnisse, es betrugen die entsprechenden Winkel 55°, 55°, 45°, 40°, 35°. Für die Dorsalbronchen fand ich, daß die ersten verhältnismäßig stärker geneigt waren, als die hinteren, die ja, wie bereits beschrieben, medial aus dem Stammbronchus entspringen, während jene mehr dorsal denselben verlassen.

Die beiden Lungenspitzenbronchen, unsere 1. Dorsalbronchen, zeigen nicht wie die übrigen einen gestreckten Verlauf, sondern beschreiben eine nach vorn leicht konkave Krümmung. Die Winkel, unter denen sie den Stammbronchus resp. die Trachea verlassen, sind sehr spitz und betragen nur 30—40°. Diese Bronchen verdienen schließlich noch insofern unser Interesse, als sie je einen Ast direkt nach vorn senden, der im ganzen Bronchialbaum der einzige größere ist, der direkt nach vorn verläuft. Alle anderen Bronchen zeigen mehr oder weniger nach hinten.

Sogenannte Nebenbronchen sind sehr spärlich vorhanden. Aeby[1]) nahm bereits Gelegenheit, darauf hinzuweisen. Ich fand nur im hintersten Abschnitt einige schwächliche Aestchen, an der rechten Lunge (in Höhe des 5. Dorsalbronchus) einen und an der linken Lunge 2, in Höhe des 5. und 6. Dorsalbronchus. Der ganze übrige Teil des Stammbronchus ist frei von ihnen, insbesondere habe ich keine Spur von einem sog. Herzbronchus in Höhe des 1. rechten Ventralbronchus wahrgenommen.

Mit diesen an erwachsenen Tieren erhobenen Befunden habe ich endlich noch die der Föten verglichen. Wesentliche Abweichungen aber konnte ich nicht konstatieren, nur die Neigung der Bronchen zum Stammbronchus schien mir in den hinteren Abschnitten geringer, während die Neigungswinkel der beiden

1) Aeby, Der Bronchialbaum des Menschen und der Säugetiere, S. 7.

apicalen umgekehrt sehr viel kleiner waren, als bei den erwachsenen.

Es bleibt uns nun noch übrig, die Gefäßverteilung in der Lunge einer Betrachtung zu unterziehen. Der Stamm der Lungenarterie liegt mehr links von der Medianebene und hier etwas hinter der Bifurkation. Ventro-lateral vom linken Stammbronchus erfolgt unter einem Winkel von ca. 90° die Teilung in die beiden Hauptgefäße, von denen je eins für jede Lunge bestimmt ist. Die linke Lungenarterie, die an ihrem Ursprung schon ventro-lateral vom Stammbronchus liegt, wendet sich im weiteren Verlauf dorsalwärts, und indem sie zwischen den dorsalen und ventralen Bronchen hinzieht, beschreibt sie wie diese gewissermaßen eine halbe Spiraltour. Die rechte Lungenarterie sieht sich infolge der links von der Medianebene gelegenen Teilungsstelle der Pulmonalis genötigt, einen ziemlich senkrecht zum rechten Stammbronchus gerichteten Verlauf zu nehmen, und kreuzt, bevor sie an die dorsale Seite gelangt, den rechten Stammbronchus ventral. Von dort wendet sie sich in steilem Bogen an die Oberseite und verläuft hier zwischen den beiden Reihen der dorsalen und ventralen Bronchen in einer von vorn, lateral und unten nach hinten, oben und innen (medial) um den Stammbronchus gewundenen Linie. Was die Lage der Aeste anbetrifft, die die Lungenarterie an die Bronchen abgiebt, so habe ich gefunden, daß sie an den ventralen Bronchen vor und in den hinteren Abschnitten dorsal von ihnen gelegen sind, während sie an den Dorsalbronchen, mit Ausnahme der beiden apicalen, an den 2. und 3. lateral, an den letzten entsprechend ihrer Neigung nach außen dorsal verlaufen. Die beiden ersten Dorsalbronchen machen eine Ausnahme, ohne aber unter sich ein gleiches Verhalten zu zeigen. Beim linken Apicalbronchus verläuft die Arterie vor demselben, resp. bei seinem nach dem Lungenpol gerichteten Ast medial. Der rechte Apicalbronchus ist aber so hoch hinaufgeschoben, daß die Arterie nur von hinten an ihn und an seinen Spitzenast lateral herantreten kann.

Die die Bronchen begleitenden Venen liegen meist ventral an den Ventralbronchen und medial an den Dorsalbronchen, doch nur soweit diese dorsale Stellung haben. Bei denjenigen mit lateraler Stellung, also bei den letzten und den beiden apicalen, liegen sie dagegen ventral. 4 große, aber kurze Venen, 2 an jeder Lunge, nehmen schließlich das Blut aus ihnen auf und führen es dem Herzen zu, in das sie getrennt münden.

Bevor ich diese Betrachtung schließe, möchte ich noch einmal

auf den 2. Dorsalbronchus der rechten Lunge hinweisen, der, wie bekannt, auffällig über den ersten Ventralbronchus hinaufgeschoben erscheint und auch schon dorso-lateral, aus dem Stammbronchus, also wie der eparterielle AEBY's der 1. Dorsalbronchus, entspringt. Dadurch, daß die Arterie sich zwischen ihm und dem 1. Ventralbronchus hindurchwindet, erscheint er direkt vor dem Gefäß. Somit müßte man im Sinne AEBY's an der rechten Lunge von Phocaena eigentlich von 2 eparteriellen Bronchen sprechen. Allein man kann gar nicht verkennen, daß es ein vorgerückter Dorsalbronchus ist, der in seinem Verhalten schon sehr dem ersten, dem sog. eparteriellen AEBY's, nacheifert. Ein besseres Objekt, an dem man sich mit so leichter Mühe von der Unrichtigkeit der AEBY'schen Behauptung bezüglich der Ungleichwertigkeit der eparteriellen und hyparteriellen Bronchen überzeugt, dürfte kaum gefunden werden.

Endlich kann ich die NARATH'schen Fälle, die zeigen, daß die Arterie sich nach den Bronchen zu richten hat, um einen vermehren. Bei einer rechten Lunge hatte der 4. Ventralbronchus eine abnorme Lage, indem er an die Dorsalbronchen herangerückt war. Die Arterie beschrieb um ihn medialwärts einen kurzen Bogen und nahm dann wieder ihre gewöhnliche Lage an.

II. Beluga leucas GRAY.

Es standen mir für die Untersuchung 3 embryonale Lungen vom Weißwal zur Verfügung, die ungefähr die gleiche Entwickelungsstufe aufwiesen. Eine von diesen Lungen rührte von dem bereits näher untersuchten Weißwal von 29 cm Länge her, die beiden anderen Lungen waren bereits in Verbindung mit dem Herzen exenteriert. Sie befanden sich wie jene in gut konserviertem Zustande.

Die Trachea der Weißwale ist gleichfalls dorso-ventral zusammengedrückt. Bei den von mir untersuchten Lungen stellte sich das Verhältnis der Breite zur Dicke in den einzelnen Fällen auf 0,5 : 0,35; 0,45 : 0,3 und 0,5 : 0,3. Kurz vor der Abgabe des für die rechte Lunge bestimmten trachealen Bronchus, der ungefähr in der Mitte seitlich und etwas dorsal aus der Luftröhre entspringt, wird diese etwas breiter, um aber danach die ursprüngliche Breite wieder anzunehmen.

Im Vergleiche zu der Luftröhre bei Phocaena, Hyperoodon und Balaenoptera, welch' letztere beiden wir noch betrachten

werden, erfreut sich die Luftröhre beim Weißwal, entsprechend der früher schon erwähnten Länge des Halses, einer bedeutenden Länge. Sie betrug bei einem Exemplar 1,5 cm.

Watson und Young[1]) geben an, bei einer 8 Fuß 7 $^1/_2$ Zoll langen Beluga die Luftröhre 6 Zoll lang und 2 breit gefunden zu haben. Sie bestätigen, daß die Luftröhre und gleichfalls die Hauptäste im Anfangsteil flach gedrückt erschienen.

Wenn wir nun die Knorpelelemente der Luftröhre zunächst einer Betrachtung unterziehen, muß es überraschen, nachdem wir bei Phocaena ziemlich umfangreiche Verschmelzungen angetroffen haben, hier verhältnismäßig wenig davon zu finden. Die Knorpelbögen sind verhältnismäßig sehr isoliert von einander. Es giebt aber oft an einem Ring mehrere Stellen, an denen er mit dem vorhergehenden wie auch mit dem folgenden auf kürzere oder längere Strecken ohne sichtbare Grenze verschmolzen ist. Dies trifft besonders für die dorsale und ventrale Seite zu, kommt jedoch, wenn auch äußerst selten, an den Seiten vor. Es giebt auch hier keine Pars membranacea, weil die Ringe die dorsale Wand ganz überdecken. Einige Bögen bildeten entgegen der Regel keine geschlossenen Ringe. Die Knorpelenden waren in diesen Fällen nicht gegeneinander gewachsen und verschmolzen, sondern lagen nebeneinander und berührten sich nur. Bei einem solchen Ringe beobachtete ich, daß er an dem einen Ende mit dem benachbarten innig verwachsen war, wodurch das Ganze das Ansehen einer kurzen Spirale erhielt.

Hervorgehoben zu werden verdient besonders, daß, wie bereits Watson und Young gefunden haben, die ersten Knorpelbögen ventralwärts offen sind, und daß sonst die in der Breite sehr schwankenden Ringe sehr dicht aneinander liegen. Dieses Verhalten haben übrigens die Knorpelreihen der großen Aeste mit denen der Luftröhre gemein. Erst verhältnismäßig spät, im Gegensatz zu Phocaena, werden die Knorpelelemente spärlicher.

Viel reichlicher, als an der Luftröhre, sind in den Luftröhrenästen jene nicht geschlossenen Reifen vorhanden. Gerade so wie dort legen sich die Enden nebeneinander, und indem diese mit dem vorhergehenden resp. folgenden Ringe verschmelzen, lassen sie jene schon erwähnte spiralartige Bildung entstehen. Aus der Häufigkeit, mit der sie vorkommen, muß man schließen, daß es nicht nur zufällige, unvollkommen gebliebene Bögen sind, vielmehr

1) Watson und Young, l. c. S. 421.

neige ich der Ansicht zu, daß wir darin entschieden eine Vervollkommnung gegenüber vollständigen Ringen zu erblicken haben. Eine Spirale ist viel eher imstande, einem großen Druck zu widerstehen, als ein einfacher Ring, der leicht zusammengedrückt werden kann. Diesem gegenüber hat die Spirale noch den Vorteil, daß sie der Elasticität, wie wir sie gerade bei den Wal-Lungen haben, kein so großes Hindernis entgegensetzt, wie jener. Ich glaube somit in dieser eigenartigen Anordnung der Luftröhrenknorpel, in der Annäherung an eine Spiralbildung eine ganz hervorragende Anpassungserscheinung erblicken zu müssen.

Nachdem die Luftröhre auf der Grenze zwischen dem zweiten und dritten Drittel ihrer Länge seitlich und etwas dorsal den Apicalbronchus der rechten Lunge abgegeben hat, teilt sie sich in Höhe der ersten Rückenwirbel in die beiden Stammbronchen. Anfangs liegen diese noch parallel dicht nebeneinander, dann gehen sie unter einem spitzen Winkel von 25—30° nach außen und nehmen einen verschiedenen Verlauf. Der rechte Stammbronchus verfolgt auch hier annähernd die Richtung der Trachea. Erst am Ende des ersten Drittels der entsprechenden Lunge biegt er in leichtem Bogen nach außen ab und tritt ventral in die Lunge ein. Diese durchsetzt er exzentrisch, dem medialen Rande genähert, ziemlich geradlinig. Bei seinem Eintritt in die Lunge steigt er nur wenig dorsalwärts an und beschreibt nach dem Herzen hin einen leicht konkaven Bogen.

Der linke Stammbronchus dagegen weicht schon in seinem außerhalb der Lunge gelegenen Abschnitt deutlich nach links außen ab. Zum Unterschiede vom rechten Stammbronchus tritt er etwas früher, als jener, und direkt ventral in die linke Lunge ein. Innerhalb der Lunge wird er erst etwas dorsalwärts abgelenkt und beschreibt einen medio-ventral konkaven Bogen. Der hintere Teil des linken Stammbronchus wird dabei wieder abwärts und einwärts gebracht.

An jeder Lunge lassen sich 5—6 Ventralbronchen unterscheiden (Taf. V, Fig. 30). An der linken Lunge konnte ich in einem Falle 6 deutlich ausgebildete ventrale Bronchen wahrnehmen, während ich in demselben Falle an der rechten Lunge nur mit Bestimmtheit 5 konstatieren konnte. Ueberhaupt erscheint mir der Bronchialbaum der linken Lunge in den hinteren Abschnitten reichlicher verästelt als der rechtsseitige.

Was die Richtung und den Verlauf der erwähnten Bronchen

betrifft, so kann ich mich auf die für Phocaena geschilderten Verhältnisse beziehen. Auch hier sehen wir, daß die ersten Ventralbronchen ventro-lateral gerichtet sind, nur daß die folgenden diese Richtung mit der rein lateralen vertauschen. Ueber die Abstände der einzelnen Bronchen voneinander ist nichts Nennenswertes mitzuteilen, ein bei allen Bronchialbäumen wiederkehrendes Verhalten habe ich nicht gefunden. Anführen möchte ich hierüber nur, daß der rechtsseitige 1. Ventralbronchus etwas tiefer steht als der 1. linksseitige. Von größerer Wichtigkeit für unsere Untersuchungen dürfte dann noch sein, daß sich die Ventralbronchen in beiden Lungen nur über die letzten $^5/_9$ der ganzen Länge der Stammbronchen erstrecken, und daß somit den Dorsalbronchen auch hier wie bei Phocaena die Aufgabe zufällt, den übrigen vor den ersten Ventralbronchen gelegenen, noch recht ansehnlichen Teil der Lungen allein zu versorgen.

An dorsalen Bronchen habe ich 7 gezählt, von denen der 1. in jeder Lunge der sog. eparterielle, rechts der tracheale, links der bronchiale eparterielle Bronchus Aeby's ist. Dies sind jedoch nicht die beiden einzigen Bronchen, welche vor der Ueberkreuzung des Bronchus durch die Pulmonalarterie gelegen sind. Es findet sich am linken Stammbronchus sowohl wie am rechten, hier nur deutlicher, weil weiter vorgerückt, noch ein Bronchus, der nach Aeby mit gleichem Recht den Namen eines eparteriellen Bronchus verdient hätte. Es bedarf aber keines großen Scharfblickes, um zu erkennen, daß es Dorsalbronchen sind, die nur eine etwas andere Richtung und am Stammbronchus bereits latero-dorsale Lage angenommen haben. Sie nehmen also eine vermittelnde Stellung zwischen den hinter ihnen gelegenen Dorsalbronchen und den vor ihnen befindlichen sog. eparteriellen Aeby's ein und erleichtern uns das Verständnis für die Auffassung Narath's, daß die eparteriellen Bronchen Aeby's nichts anderes sind als heraufgewanderte und seitlich abgelenkte Dorsalbronchen.

Die übrigen Dorsalbronchen folgen dem Beispiel des 1. und 2. Dorsalbronchus und entspringen gleichfalls nicht in einer Horizontalebene aus dem Stammbronchus, sondern steigen, je weiter wir uns dem hinteren Lungenpol nähern, medialwärts herab. Die letzten entspringen sogar leicht medio-ventral. Ziehen wir demnach eine Linie durch die Ursprungsstellen der verschiedenen Dorsalbronchen, so erhalten wir eine halbe Spirale, die sich von vorn

und außen zunächst nach oben und hinten und dann nach einwärts, hinten und unten um den Stammbronchus bewegt.

Was die Verteilung der Dorsalbronchen auf dem Stammbronchus betrifft, so besteht hier ein ganz ähnliches Verhältnis, wie wir es bei Phocaena bereits kennen gelernt haben. In dem letzten Drittel der Lungen liegen die Dorsalbronchen tiefer als die entsprechenden Ventralbronchen. Allein beim 3. Ventralbronchus schon schlägt dies Verhalten in das entgegengesetzte um, indem von nun ab der entsprechende Dorsalbronchus höher gelegen ist als der Ventralbronchus. Da die ersten Dorsalbronchen bereits völlig aus dem Bereiche der Ventralbronchen gerückt sind und der 2. Ventralbronchus auch schon vor dem 1. Ventralbronchus gelegen ist, erklärt es sich, daß wir den 2. Dorsalbronchus mit dem 1. Ventralbronchus und natürlich den 7. dorsalen mit dem 6. ventralen in die erörterte Beziehung bringen.

Es ist sicher kein Zufall, daß der 2. Dorsalbronchus der rechten Lunge höher nach der Bifurkation hinaufgerückt ist als sein Gegenüber an der linken Lunge. Es scheint mir, im Verein mit der Thatsache, daß der 1. Dorsalbronchus auch höher liegt als der linksseitige 1., und bekanntlich schon aus der Trachea entspringt, darauf hinzudeuten, daß sich an der rechten Lunge das Bestreben, die Dorsalbronchen nach vorn zu schieben, viel mächtiger geltend macht als links. Unterstützt wird diese Ansicht durch einen Befund, wonach selbst der 3. Dorsalbronchus der einen rechten Lunge so weit vorgerückt war, daß er direkt in Höhe des 1. Ventralbronchus sich befand. Auch die folgenden Bronchen waren dementsprechend ungewöhnlich weit vorgeschoben. An der zugehörigen linken Lunge habe ich nicht annähernd solche Verhältnisse vorgefunden.

Nebenbronchen sind bei Beluga ebenso spärlich vertreten wie bei Phocaena. Erst gegen das Ende des Stammbronchus bemerkt man winzige Aestchen, 1—2 an jedem Stammbronchus. Nur einmal fand ich bei einer rechten Lunge einen stärkeren Ast, ungefähr von der Größe des 1. Ventralbronchus. Er entsprang in Höhe zwischen dem 2. und 3. Ventralbronchus ventro-medial aus dem Stammbronchus, mehr nach der Reihe der Dorsalbronchen hin.

Was die Richtung und die Neigung der Bronchen zum Stammbronchus betrifft, so kann ich mich auf die über Phocaena gemachten Angaben beziehen. Gerade so verhält es sich mit der Verästelung, besonders der beiden apicalen Bronchen. Besonders

hervorheben möchte ich nur, daß die beiden ersten Dorsalbronchen jeder Lunge die größten und kräftigsten sind. Wie bei Phocaena müssen sie auch beim Weißwal den dorsalen wie ventralen Teil der Lunge versorgen, daher uns ihre Stärke wohl erklärlich erscheint.

Ueber die Gefäßverteilung ist auch nur wenig zu berichten. Der Stamm der Arteria pulmonalis liegt links von der Medianebene, ventro-lateral von dem linken Stammbronchus. Die Teilung in die beiden Lungenarterien erfolgt ein beträchtliches Stück hinter (caudalwärts) der Bifurkation unter einem Winkel von 80°. Die rechte Lungenarterie zieht dann ziemlich quer herüber zu ihrem Stammbronchus und kreuzt ihn latero-ventral. Ihr weiterer Verlauf richtet sich nach den beiden Reihen Bronchen und ist im übrigen ganz ähnlich dem bei Phocaena. Die linke Lungenarterie zieht lateral vom Stammbronchus nach hinten, kreuzt ihn also nicht und beschreibt auch keine so große Spirale um den Stammbronchus, wie die rechte.

An die beiden Apicalbronchen und an den 2. Dorsalbronchus der rechten Seite treten die arteriellen Gefäße von hinten heran und sind am hinteren Rande und wenig dorsalwärts gelagert. Alle anderen Bronchen führen die Arterien am vorderen Rande mit sich.

Ueber die Venen ist nichts Besonderes zu erwähnen. Sie liegen meist den Arterien diametral gegenüber. Nur an den vorderen Bronchen, wo dies wegen des gemeinsamen Verlaufes der großen Arterien und Venen nach vorn nicht möglich ist, liegen die Venen dann ventral, während die Arterien nur wenig lateral gelagert sind.

III. Hyperoodon rostratus LILLJEBORG.

Es stand mir hier nur die Lunge des bereits näher untersuchten Embryos von 55 cm Länge zur Verfügung. Nachdem ich den Bronchialbaum, die Lungenarterie und die Lungenvene mit Wachs injiziert hatte, versuchte ich eine Präparation vorzunehmen. (Taf. V giebt bei oberflächlicher Präparation besonders den Verlauf der Lungenvenen und die Lage des Stammes der Lungenarterie wieder. Taf. V führt uns dann nach gänzlicher Beseitigung des Lungengewebes und auch der Venen den Bronchialbaum im Verein mit den Lungenarterien vor Augen.)

Die Luftröhre des Döglings ist kurz, sehr weit, nur wie bei den vorher betrachteten Walen auffällig dorso-ventral zusammen-

gedrückt. Bei einer Länge von 2,5 cm bis zur Bifurkation fand ich eine annähernd gleich bleibende Breite von 1,1 cm und einen Dickendurchmesser von 0,6—0,7 cm.

Nach der Beschreibung der Knorpelelemente der Luftröhre, die VROLIK in seiner Abhandlung über den Hyperoodon gegeben hat, könnte es überflüssig erscheinen, noch einmal darauf zurückzukommen. Allein durch Vergleichung der von VROLIK beschriebenen Befunde mit den von mir erhobenen stellten sich Abweichungen heraus, die ein kurzes Eingehen auf diese Verhältnisse nötig machen. VROLIK sagt wörtlich: „Aldus worden de vijf voorste groote ringen, welke omniddelijk op het strottenhoofd volgen bij den Hyperoodon uit eene doorloopende kraakbeenige plaat gevormd. Vele andere hebben en zeer onregelmatigen vorm; sommige zijn in twee schenkels gespleeten; andere hebben ene tuischenruimte in sich van verschillende groote en vorm, en met bandachtig weefsel gevuld; enkele zijn afgebroken, andere weder geheel gaaf: kartom, men vindt schier alle vormen bijeen in de luchtpijp van den Hyperoodon“ [1]).

Bei dem von mir untersuchten Exemplar waren die beiden ersten Ringe völlig getrennt von den nächsten und unter sich nur durch eine dünne Knorpelspange, die sich schräg zwischen sie einschiebt, auf eine Strecke von 0,4 cm verbunden. Der 3. Knorpelbogen begann an der dorsalen Seite der Luftröhre mit einem spitz auslaufenden Ende, zog nach rechts herum und kam hinter den Anfangsteil zu liegen, mit dem er jedoch nicht verschmolz. Dafür ging er aber mit dem folgenden Ring, der wieder vollständig war, an der rechten Seite eine innige Verbindung ein. Es war auf diese Weise eine Art Spirale entstanden. Dann bemerkte ich besonders breite Ringe, die nach einer Seite hin mit einem selten bis zur Mitte reichenden Einschnitt versehen waren, welcher mir anzudeuten scheint, daß die Ringe durch Verschmelzung von zweien entstanden sind.

Wie SCHRÖDER VAN DER KOLK bereits gefunden hat [2]), bilden die Knorpel der feineren Luftröhrenäste gleichfalls keine vollständigen Ringe, sondern sind auch nach Art einer Spirale miteinander verbunden.

---

1) VROLIK, Natuur- en ontleedkundige Beschouwing van den Hyperoodon, 1848, p. 63—64.

2) VROLIK, l. c. p. 67.

An der Luftröhre sowohl, wie an ihren Aesten, liegen die Knorpel dicht bei einander und sind deutlich bis in verhältnismäßig feine Aeste zu verfolgen. Ich fand bei meinem Exemplar bis in die feinsten, kaum stecknadeldicken Aestchen Knorpel vor. Bei dem erwachsenen Tier wurden nach SCHRÖDER VAN DER KOLK in Aesten von 2 mm Durchmesser keine Knorpelringe mehr angetroffen, BOUVIER [1]) fand aber solche noch in kaum sichtbaren Aesten.

Die Luftröhre giebt 1,4 cm vor der Bifurkation, und zwar auffälligerweise von der dorsalen Seite, den Apicalbronchus der rechten Lunge ab und teilt sich dann unter einem Winkel von ca. 40°.

Der rechte Stammbronchus ist auch hier weniger nach außen abgelenkt als der linke, der bald nach seinem Eintritt in die Lunge einen bedeutenden, dorso-medialwärts sich öffnenden Bogen beschreibt. Der rechte Stammbronchus verläuft zwar auch nicht geradlinig durch die Lunge, ist aber gegenüber dem linken verhältnismäßig wenig und zum weiteren Unterschiede von ihm medioventralwärts gekrümmt. Ich weiß nicht, ob es Zufall ist, daß der linke Stammbronchus innerhalb der Lunge auffällig in dorsoventraler Richtung, der rechte aber direkt seitlich stark komprimiert ist. Bei dem einen Exemplar, das ich nur untersuchen konnte, konnte ich selbstverständlich eine Entscheidung nicht herbeiführen.

An jeder Lunge finden sich 6 ventrale Bronchen, die nicht in einer Horizontalebene aus dem Stammbronchus entspringen, sondern wie bei Phocaena und Beluga ein verschiedenes Verhalten zeigen. Die ersten Ventralbronchen entspringen ventro-lateral, die der linken Lunge aber mehr ventral und nehmen einen entsprechenden Verlauf nach dem äußeren ventralen Lungenrande. Die nächsten ventralen Bronchen rücken mehr lateral, bis die letzten der rechten Lunge rein lateralen Ursprung und Verlauf nehmen. An der linken Lunge besitzen aber selbst die letzten Ventralbronchen noch einen leicht ventro-lateralen Ursprung und eine entsprechende Richtung.

Auffällig groß sind bei Hyperoodon die Neigungswinkel der Ventralbronchen zu den Stammbronchen, bedeutend größer, als ich sie bei Beluga und Phocaena gefunden habe. Für die linke Lunge

1) E. L. BOUVIER, Observations sur l'Hyperoodon rostratus. Annales des sciences naturelles, Tome XIII, 1892, p. 288.

sind sie etwas kleiner als rechts und betragen für die ersten 2 oder 3 70—75 °, für die folgenden 40—50 und für den letzten ca. 30° (Taf. V, Fig. 28).

An der rechten Lunge waren, wie schon bemerkt, die Ventralbronchen weniger kaudalwärts geneigt, ihr Neigungswinkel zum Stammbronchus betrug für die ersten 3 ca. 80°, für die beiden folgenden 60 bezw. 40° und für den letzten ungefähr 30°.

Was die Verteilung der Ventralbronchen auf dem Stammbronchus betrifft, so erstrecken sie sich an der rechten Lunge nur kaum über die hintere Hälfte des Stammbronchus, an der linken Lunge reichen sie aber etwas weiter nach der Bifurkation hinauf, so daß sie ungefähr über $^7/_{12}$ des Stammbronchus verbreitet sind.

Die dorsalen Bronchen, 7 an der Zahl in jeder Lunge, dominieren auch hier insofern, als ihr Verzweigungsgebiet weit über das der ventralen Bronchen hinausreicht. Das geht so weit, daß an der linken Lunge das vordere Drittel, und an der rechten sogar die vordere Hälfte ausschließlich von Dorsalbronchen versorgt wird. An der linken Lunge sind es die beiden ersten Dorsalbronchen, welche diese Aufgaben erfüllen und somit über die ventralen Bronchen hinaus (nach der Bifurkation zu) geschoben sind, an der rechten Lunge stehen aber bereits die ersten 3 über resp. vor dem 1. Ventralbronchus.

Wenn man den Bronchialbaum der rechten mit dem der linken Lunge vergleicht, dann kommt einem unwillkürlich der Gedanke, daß links irgend ein Widerstand bestehen muß, der die Dorsalbronchen hindert, weiter hinaufzurücken. Man möchte aus der kurzen und scharfen Krümmung, die der 1. linke Dorsalbronchus gleich nach seinem Ursprung aus dem Stammbronchus nach vorn beschreibt, schließen, daß hier dicht neben dem Stammbronchus das Hindernis liegt. Während der Ursprung des Stammbronchus weit nach hinten liegt, biegt sich der Bronchus in kurzem Bogen kopfwärts und durchläuft noch eine beträchtliche Strecke. Ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich die Aorta beschuldige, dies Hindernis abzugeben. Wie ich mich wiederholt überzeugt habe, gleitet sie direkt an dem erwähnten Bronchus und neben dem Stammbronchus vorbei, eine starke Rinne in jenem bildend. An der rechten Lunge besteht nichts Aehnliches, da sehen wir vielmehr, wie die Dorsalbronchen nach der Bifurkation zu hinauf-

gewandert sind. 3 sind bereits über den 1. Ventralbronchus hinaufgeschoben, ein Befund, der schon bei Beluga ausnahmsweise vorkommen kann, wie wir gesehen haben. Der 1. Dorsalbronchus ist schon auf die Trachea hinaufgerückt, und der 2. rechte Dorsalbronchus sitzt bereits höher als der 1. linke. Der 3. steht dann mit dem 2. linken auf einer Höhe. — Erwähnenswert ist vielleicht noch, daß der rechte 1. Dorsalbronchus keine solche Krümmung aufweist, wie der 1. der linken Seite, er verläuft vielmehr gestreckten Verlaufes nach der Lungenspitze, in die er ventralwärts eintritt.

Die beiden Apicalbronchen zeigen bezüglich ihrer Verzweigung das gewöhnliche Verhalten, indem sie besonders 3 große Aeste treiben, von denen einer, der fortlaufende Stamm mit geringer Neigung nach hinten (kaudalwärts) nach dem ventralen Lungenrande zieht. Der kleinste Ast entspringt dorsal und strebt nach hinten und oben dem dorsalen Lungenrande zu. Der dritte, sehr kräftig entwickelte Ast des 1. Dorsalbronchus jeder Lunge geht direkt nach vorn und versorgt die Lungenspitze.

Von Dorsalbronchen sind an der rechten Lunge noch der 2. und 3., und an der linken der 2. bemerkenswert. Da ihnen die Aufgabe zufällt, die Lunge in den vorderen Abschnitten allein zu versorgen, ohne ventrale Bronchen neben sich zu haben, finden wir sie einmal bedeutend kräftiger entwickelt als die übrigen, ausgenommen nur die Apicalbronchen, die die größten im ganzen Bronchialbaum sind. Dann vereinigen sie gewissermaßen dorsale und ventrale Bronchen in sich, insofern sie einen äußerst kräftigen, dem ventralen Lungenrand zustrebenden und einen starken, dorsalwärts gerichteten Ast abgeben.

Die Dorsalbronchen beider Lungen von Hyperoodon teilen mit denen der Lungen von Beluga und Phocaena die Eigenschaft, daß sie sich um den Stammbronchus in einer langgezogenen Spirale gruppieren. Der 1. Dorsalbronchus der linken Lunge entspringt mehr lateral als der entsprechende der rechten Lunge, von dem ich bereits erwähnte, daß er ziemlich dorsal aus der Trachea entspringt. Die nächsten rücken immer mehr medialwärts, bis die letzten dorsalen Bronchen der linken Lunge rein medial, die der rechten Lunge sogar medio-ventral ihren Ursprung und entsprechenden Verlauf nehmen. Nicht unerwähnt möchte ich lassen, daß ich am 4. Dorsalbronchus der linken Lunge einen äußerst kräftigen Ast fand, der direkt aus jenem ventral und unmittelbar

nach dessen Ursprung aus dem Stammbronchus entsprang und unter Abgabe mehrerer Zweige ventralwärts zog.

An der rechten Lunge steht bereits der 3. Dorsalbronchus weit über dem 1. Ventralbronchus. Der 4. dorsale Bronchus liegt vor dem 2., und der 5. Dorsalbronchus bereits in gleicher Höhe mit dem 3. Ventralbronchus. An der linken Lunge liegt der 3. Dorsalbronchus hinter dem 1., aber weit vor dem 2. Ventralbronchus. Der 4. dorsale liegt schon in gleicher Höhe mit dem 3. ventralen Bronchus. In den hinteren Abschnitten beider Lungen scheint regelmäßig der Ventralbronchus höher gelegen zu sein als der entsprechende Dorsalbronchus.

Nebenbronchen im Sinne Aeby's fehlten bei meinem Exemplar vollständig.

Die Lungenarterien verhalten sich im allgemeinen so wie bei Phocaena und Beluga. Der Stamm der Lungenarterie liegt links von der Medianebene, ventral vom linken Stammbronchus — er teilt sich unter einem Winkel von 100—110° in die beiden Lungenarterien (s. Zeichnung 30, Tafel V). Bezüglich ihrer Aeste, die sich an die einzelnen Bronchen begeben, ist zu bemerken, daß sie an den ventralen Bronchen vor ihnen und etwas lateral-, an den letzten aber dorsalwärts gelegen sind, daß sie dagegen die Dorsalbronchen, mit Ausnahme der beiden letzten, an der Rückseite und etwas lateralwärts bezw. an den letzten dorsalwärts begleiten. An den über die ersten Ventralbronchen hinausgeschobenen und nach außen abgelenkten Dorsalbronchen liegen die Arterien aber selbstverständlich mehr ventral.

Bei den Lungenvenen habe ich einer Abweichung von dem Befunde bei Phocaena und Beluga Erwähnung zu thun. In die linke Vorkammer münden nur 3 Lungenvenen ein (s. Zeichnung 30, Taf. V), von denen eine aus der rechten und 2 aus der linken Lunge kommen. Diese beiden letzteren zeigen das gewöhnliche Verhalten. Die Lungenvene der rechten Lunge teilt sich bald in 2 Aeste, von denen eine nach hinten verläuft, die gewöhnliche Lage ventral vom Stammbronchus hat und die hintere Hälfte der Lunge versorgt, während der andere, für die vordere Lungenhälfte bestimmte Ast entgegengesetzt dem sonstigen Verhalten medial vom Stammbronchus in die Lunge eintritt. Dadurch kommen seine Aeste an den 3 ersten Dorsalbronchen, die er versorgt, medial bis dorsal zu liegen, während die Arterie, besondes des 1. rechten Dorsalbronchus, eine rein ventrale Lage angenommen hat. Es wird also durch den eigentümlichen Verlauf der Vene eine

Umkehrung der gewöhnlichen Lageverhältnisse herbeigeführt, insofern hier die Vene die sonst der Arterie zukommende Lage einnimmt.

Einiges über den Bronchialbaum anderer Zahnwale.

In richtiger Erkenntnis der Bedeutung, welche der tracheale Bronchus und die sog. eparteriellen Bronchen im Sinne Aeby's bei den Cetaceen für deren Stammesgeschichte besitzen, unternahm M. Weber [1]) eine vergleichende Betrachtung dieser Verhältnisse bei einer ganzen Reihe von Zahn- und Bartenwalen. Ohne zunächst die Resultate seiner Untersuchungen einer Kritik zu unterziehen, was ich mir für später vorbehalte, möchte ich eine ähnliche Betrachtung anstellen. Sie soll sich jedoch hier nur über die Zahnwale erstrecken, während die Bartenwale an anderer Stelle in ähnlicher Weise behandelt werden sollen. Es wird dadurch ein Zusammenwerfen der Befunde bei diesen beiden phyletisch getrennten Gruppen vermieden.

Was zunächst das Genus Delphinus anbetrifft, so habe ich eine lückenlose Schnittserie von einem aus dem Indischen Ocean stammenden Delphinus spec.? auf den Bronchialbaum geprüft. Nach Aeby [2]) besitzt Delphinus delphis gleich wie Phocaena communis auf jeder Seite einen sog. eparteriellen Bronchus, und Weber [3]) weist auf Grund seiner eigenen Untersuchungen noch besonders darauf hin, daß Phocaena communis sich ebenso verhielte wie Delphinus delphis. Nach meinen Präparaten kann ich das bestätigen. Ich fand an jeder Lunge 6—7 dorsale und 5—6 ventrale Bronchen. An jeder Lunge standen die beiden ersten Dorsalbronchen, wie bei Phocaena, über resp. vor dem 1. Ventralbronchus. Es ist vielleicht nicht überflüssig, zu erwähnen, daß der 1. Ventralbronchus der linken Lunge, wenn nicht höher, so doch mindestens in gleicher Höhe mit dem rechtsseitigen 1. Ventralbronchus sich befand, was sich bei Phocaena aber etwas anders verhielt. Die linke Lunge

1) M. Weber, Der Bronchialbaum der Cetaceen, verglichen mit dem der übrigen Mammalia. Studien über Säugetiere, Jena 1886, S. 78—87.

2) Aeby, Der Bronchialbaum des Menschen und der Säugetiere, Leipzig 1880, S. 8.

3) Weber, l. c. S. 81.

wies übrigens noch gegen den hinteren Lungenpol einen deutlichen, rein ventral aus dem Stammbronchus entspringenden Nebenbronchus auf.

Wie wir gesehen haben, folgt Beluga im großen Ganzen Phocaena, und Hyperoodon war von beiden im wesentlichen nur dadurch unterschieden, daß auf der rechten Seite 3 dorsale Bronchen über den 1. ventralen hinausgeschoben waren, während links nur die beiden ersten Dorsalbronchen vor dem 1. Ventralbronchus aus dem Stammbronchus entsprangen. Nun giebt Weber ausdrücklich an[1]), daß Hyperoodon rostratus auf der linken Seite keinen eparteriellen Bronchus habe. Hieraus scheint mir hervorzugehen, daß es öfters Schwierigkeiten macht, eparterielle Bronchen als solche zu unterscheiden, und daß unsere Dorsalbronchen nur dann als solche angesehen werden, wenn sie genügend lateral aus dem Stammbronchus entspringen und mehr vor der Pulmonalarterie erscheinen, nicht aber, wenn sie, wie hier vielleicht, mehr dorso-lateral entspringen, Das beweist aber mit Evidenz, daß der Unterscheidung eparterieller Bronchen kein morphologischer Wert zukommt. Ich glaube nun, daß auch die übrigen Zahnwale Globiocephalus, Physeter, Platanista und Epiodon, welche Weber[2]) mit Hyperoodon den Besitz nur eines eparteriellen, des trachealen rechtsseitigen Bronchus, gemein haben läßt, mit Hyperoodon bezw. mit Phocaena ein gleiches Verhalten bezüglich der dorsalen und ventralen Bronchen zeigen. Jedenfalls ist so viel sicher, und das ist vor allem für unsere Betrachtung wichtig, daß alle bisher genannten Wale einen hoch hinaufgeschobenen, rechtsseitigen trachealen Bronchus besitzen, und daß der linke Stammbronchus unweit der Bifurkation einen kräftigen Ast abgiebt. Diesen wie jenen haben wir als dorsalen Bronchus aufzufassen.

Nur zwei Wale verhalten sich abweichend, scheinen aber unter sich übereinzustimmen. Es sind dies Pontoporia Blainvillei und Monodon monoceros L. Ueber den ersteren stehen uns Angaben von Burmeister zur Verfügung, über den letzteren kann ich auf Grund eigener Untersuchungen berichten.

In der zweiten Veröffentlichung[3]) berichtigt Burmeister seine

1) Weber, l. c. S. 82.
2) Weber, l. c. S. 82.
3) Burmeister, Anales del Museo civico de Buenos-Aires, 1864—69, Vol. 1, p. 427.

früheren[1]), ganz unverständlichen Angaben über den Bronchialbaum von Pontoporia, indem er sagt: „La traquiarteria esmuy corta. Se compose de seis anillos cartilaginosos .... De su fin posterior salen tres bronquios desiguales, de los cuales el medio tiene el diametro masancho al principio, el direcho es el mas angosto y el izquierdo al principio mas angosto que el medio, pero despues poco mas grueso. Cada uno de los tres bronquios se compose de cantidad considerable de anillos cartilaginosos completamente cerrados .... Al fin se divide cado bronquio en dos ramos desiguales, de los cuales los dos mas externos de cada pulmon se dividen de nuevo. Todos estos ramos entran separados con direccion divergente en los pulmones. El mas largo de los tres bronquios principales es el izquierdo. El medio y el derecho entran en el pulmon derecho, el izquierdo en el pulmon de su lado.“

Es kann meines Erachtens kein Zweifel darüber bestehen, daß der rechte dieser 3 Bronchen identisch ist mit dem sonst hoch aus der Trachea entspringenden trachealen Bronchus der vorher betrachteten Wale, und dies um so mehr, als hier dieser Bronchus in gleicher Weise der Spitze der rechten Lunge zustrebt und wie dort kleiner ist, als jeder der beiden anderen der Stammbronchen.

Ganz ähnlich verhält sich Monodon monoceros, auch hier finden wir, daß sich die Luftröhre gewissermaßen in 3 Aeste auflöst, insofern der sonst hochgelegene tracheale Bronchus unmittelbar vor der Bifurkation dorso-lateral aus der Trachea entspringt.

An der rechten Lunge standen 2 Dorsalbronchen vor dem 1. Ventralbronchus, an der linken Lunge dagegen mit Sicherheit nur einer, und der 2. lag ungefähr in gleicher Höhe mit dem 1. Ventralbronchus. Der Zahl nach waren an der rechten Lunge 6 dorsale und 5 ventrale Bronchen zu konstatieren, an der linken Lunge kann ich wegen einer Beschädigung derselben in der hinteren Hälfte die Zahl der Bronchen mit Sicherheit nicht angeben. Erwähnen möchte ich noch, daß die Abgabe der Aeste aus den Stammbronchen verhältnismäßig hoch erfolgt. So wird für die linke Lunge bald nach der Bifurkation der 1. dorsale Bronchus abgegeben, und der 2. der rechten Lunge verläßt auch nicht viel tiefer den entsprechenden Stammbronchus. Hierin allein scheint Pontoporia von Monodon abzuweichen, insofern bei

1) Burmeister, Preliminary Observations on the Anatomy of Pontoporia Blainvillei. Proc. of the Zool. Soc. of London, 1867, p. 487.

jenem, nach der angeführten Beschreibung zu urteilen, die Stammbronchen eine größere Strecke nach der Bifurkation astlos bleiben.

Beide eben betrachteten Wale weisen in mancherlei Beziehung primitive Zustände auf. WEBER[1]) macht darauf besonders bei Pontoporia aufmerksam, indem er auch darauf hinweist, daß sie noch Flüsse bewohnt. Für Monodon will ich nur anführen, daß er, wie MECKEL[2]) bereits angegeben hat, eine verhältnismäßig lange Luftröhre mit 12—13 ziemlich freien Luftröhrenringen besitzt.

Innerhalb der Reihe der Zahnwale sind mit diesen beiden Fällen die Ausnahmen von den gewöhnlichen Befunden noch nicht erschöpft. Orcella, die uns durch ANDERSON[3]) etwas näher bekannt geworden ist, weist höchst interessante Abweichungen auf. Bei ihr fehlt jegliche Andeutung eines trachealen Bronchus, und die ersten Aeste werden erst in einiger Entfernung von der Bifurkation abgegeben. Orcella lebt gleichfalls in Flüssen, damit in Verbindung zu bringen dürfte das primitive Verhalten der Luftröhre sein. Wie ANDERSON[4]) angiebt, ist die Luftröhre verhältnismäßig lang und vor der aller anderen Wale dadurch ausgezeichnet, daß die einzelnen Luftröhrenringe nicht eng aneinander liegen, durch elastische Membranen miteinander auf größere Entfernungen verbunden sind. Das erklärt die große Dehnungsfähigkeit, die die Luftröhre von Orcella besitzt.

Wir können demnach auf Grund dieser Befunde in der Entwickelung der Luftröhre der Zahnwale drei Stufen unterscheiden, eine mit hoch gelegenem trachealen Bronchus, eine Mittelstufe, bei der dieser Bronchus in Höhe der Bifurkation seinen Sitz hat, und schließlich eine, bei der dieser Bronchus in keiner Beziehung mehr zur Luftröhre steht. Ich will hier noch nicht meine Ansicht aussprechen über den vermutlichen Gang, den die Entwickelung der Luftröhre der Zahnwale genommen hat, ich werde später dazu noch Gelegenheit haben. Ich hoffe, daß sich durch vergleichende Untersuchung bei Pinnipediern und Ottern erkennen lassen wird, in welcher Weise das Wasserleben die Luftröhre beeinflußt hat. So viel ist aber schon jetzt wahrscheinlich, daß wir Orcella mit seinen primitiven Verhältnissen in Bezug auf den Bau der Luft-

---

1) WEBER, l. c. S. 85—86.

2) MECKEL, System der vergl. Anat., Teil VI, S. 379.

3) ANDERSON, Zoolog. results of the two expeditions to Western-Yunnan, Vol. 1, London 1879, S. 457.

4) ANDERSON, l. c. p. 387—388.

röhre nicht als die am weitesten vorgeschrittene Form zu betrachten haben, wie WEBER[1]) es thut.

Balaenoptera musculus.

Die vorliegenden Untersuchungen sind an den Lungen des erwähnten Fötus von 104 cm Länge vorgenommen worden. Bronchialbaum und Gefäße wurden mit Wachs injiziert und nachher vorsichtig frei präpariert.

Die Luftröhre ist kurz und weit, mißt 2,4 cm in die Länge und vor Abgabe des für die rechte Lunge bestimmten Bronchus 1,9 cm und hinter dieser Stelle nur 1,6 cm in die Breite. Sie ist gleichfalls dorso-ventral zusammengedrückt, ihr Dickendurchmesser beträgt kaum 1,4 cm. Wie DUBOIS[2]) bereits hervorgehoben hat, sind die Luftröhrenknorpel nicht scharf gegen die Cartilago cricoidea abgesetzt, wie bei den Zahnwalen, sondern gehen in die Lamina cart. cricoidea über. Von den 7—8 Bögen, die man an der Luftröhre dieses Wals zur Not zählen kann, sind nur 5 ventralwärts offen, nicht aber sämtliche bis zur Bifurkation, wie DUBOIS[2]) gefunden hat. Ein Unterschied zwischen Odontoceten, bei denen ja auch ähnliche Verhältnisse vorkommen, und Mystacoceten besteht nur darin, daß bei diesen die freien Knorpelenden weit voneinander liegen und durch eine breite, elastische Membran verbunden sind, während sie bei den Zahnwalen, zwar auch durch elastisches Gewebe vereinigt, aber dicht bei einander liegen. Die übrigen Bartenwale schließen sich Balaenoptera musculus mehr oder minder an. Nach BEAUREGARD und BOULART[3]) kommen bei Balaenoptera Sibbaldii 5 offene Ringe vor, und bei Balaena antipodum[4]) sind es nur 3 Ringe, die nicht geschlossen sind. Wie sich dies bei Balaenoptera rostrata verhält, ist nicht genau festzustellen, da CARTE und MACALISTER[5]) nur angeben, daß die Ringe fast vollkommen waren. Bezüglich ihres sonstigen Verhaltens stimmen die Luftröhrenknorpel der Bartenwale mit denen der Odontoceten überein. Es kommt hier zu ganz ähnlichen Ver-

1) WEBER, l. c. S. 84.
2) DUBOIS, l. c. S. 92.
3) BEAUREGARD et BOULART, Journ. de l'anatomie et de la physiologie, Tome 18, p. 623.
4) BEAUREGARD und BOULART, l. c. p. 628.
5) CARTE and MACALISTER, On the Anatomy of Balaenoptera rostrata. Philos. Transact. of R. Soc., Vol. 158, 1868, p. 249.

schmelzungen wie dort, und besonders ist auch hier die dorsale Seite durch umfangreichere Verschmelzungen ausgezeichnet. So bildeten bei meinem Exemplar die 3 ersten Bögen an der dorsalen Seite der Luftröhre eine einzige Platte, von der aus nach rechts 3 Spangen, und nach links in gleicher Breite nur 2 zogen. Während diese bis gegen ihre ventralen Enden völlig getrennt blieben, verschmolzen 2 von denen der rechten Seite gegen die Enden wieder, so daß also an der ventralen Seite auch rechts nur noch 2 Spangen zu unterscheiden waren. Die beiden nächsten Knorpel waren dorsal nur auf eine kürzere Strecke verschmolzen; während sie nach rechts als 2 völlig getrennte Bögen verliefen, verschmolzen sie auf der linken Seite nach kurzem Verlauf wieder, um bis zum Ende nur noch eine Spange zu bilden. Der nächste Bogen war bis auf eine kleine Stelle an der rechten Seite, wo er mit dem folgenden verschmolzen war, völlig frei. Die übrigen Bögen der Luftröhre waren inniger miteinander verschmolzen, als die bisher besprochenen, und bildeten an der dorsalen Seite fast nur noch eine Knorpelplatte, aus der am Uebergang zur ventralen Fläche einzelne Spangen hervorgingen.

In den Bronchen kommen vollständig isolierte Ringe so gut wie nicht vor. Meist sieht man, wie ein Knorpelreif sich nach einer Seite hin in 2 Spangen teilt, von denen eine mit dem vorhergehenden, die andere mit dem folgenden Knorpel verwächst. Oefters konnte ich auch wahrnehmen, daß sich jede dieser beiden Spangen wieder in mehrere Aeste, bis 4, teilte. Während die meisten der so entstandenen Aeste wieder eine Verbindung mit einem benachbarten Knorpelast eingingen, blieben einige ohne solche und endigten zwischen den anderen als spitz auslaufende Knorpelstücke. Es kommt auf diese Weise eine sehr komplizierte Bildung zustande, die viel Aehnlichkeit mit einer Spirale hat.

Die Knorpel erhalten sich bis in die feinsten Aeste hinein. Carte und Macalister[1]) geben an, daß sie in der Lunge von Balaenoptera rostrata Knorpelringe hätten nachweisen können noch in Aesten, die nur 1 Linie Durchmesser hatten.

Was nun den Bronchialbaum anbetrifft, so scheinen bei den Bartenwalen wesentlich andere Verhältnisse zu bestehen, als bei den Zahnwalen.

Die Luftröhre von Balaenoptera musculus teilt sich sogleich beim Eintritt in die Brusthöhle unter einem Winkel von 40—50°

---

1) Carte und Macalister, l. c. p. 243—244.

in die beiden Stammbronchen, nachdem sie 1,1 cm vor der Bifurkation rein lateral den für die rechte Lunge bestimmten Spitzenbronchus abgegeben hat (Taf. VI, Fig. 39). Der rechte Stammbronchus verläuft mehr in der Richtung der Trachea, tritt früher als der linke in die Lunge ein und bildet nur eine geringe medialwärts konkave Krümmung. Der linke Stammbronchus dagegen beschreibt medialwärts einen stark konkaven Bogen, indem er sich dabei vom medialen Lungenrande stärker entfernt als der rechte. Nach dem hinteren Lungenpol zu konvergieren die beiden Stammbronchen wieder ein wenig.

Der linke Stammbronchus nimmt von seinem Ursprung bis zur Abgabe des 1. Astes an Umfang zu, in weit geringerem Grade thut es auch der rechte. An Stärke wird dieser von dem linken übertroffen, insofern sich hier Durchmesser von 1,1 und 0,8 cm gegenüberstehen. Auch der rechtsseitige tracheale, 0,5 cm im Durchmesser haltende Bronchus vermag dieses Uebermaß nicht zu kompensieren, so daß die linke Lunge den größeren Querschnitt des Luft zuführenden Kanals aufweist, was aber wiederum im Einklang steht mit dem größeren Volumen der linken Lunge gegenüber der rechten.

Bezüglich der Gestaltung des Bronchialbaums gehen beide Lungen nicht den gleichen Weg, sie unterscheiden sich daher auch, wie wir sehen werden, recht wesentlich voneinander. Die rechte Lunge unseres Bartenwales läßt hinsichtlich des Bronchialbaumes auf den ersten Blick große Aehnlichkeit mit der entsprechenden der Zahnwale erkennen, umgekehrt aber erinnert die linke Lunge nicht im geringsten an die linke der Odontoceten.

Wie an der rechten Lunge von Beluga oder Hyperoodon erstrecken sich auch hier die Ventralbronchen nur über wenig mehr als die hintere Hälfte der Länge des rechten Stammbronchus. Demnach liegt auch hier wie dort den hinaufgewanderten Dorsalbronchen allein die Aufgabe ob, die vordere (kopfwärts gelegene) Lungenhälfte zu versorgen (Taf. VI, Fig. 39). An der rechten Lunge kann man 4—5 Ventralbronchen unterscheiden, von denen der letzte bereits sehr schwächlich ist. Besonders kräftig entwickelt sind die ersten 3, deren jeder in kürzerer oder weiterer Entfernung vom Stammbronchus sich in 2 kräftige, nicht gleich starke Aeste spaltet. Der schwächere, aber längere Ast strebt, indem er zahlreiche Zweige treibt, dem ventralen Lungenrande zu. Der

andere, entschieden dickere und kürzere Ast giebt gleichfalls Aestchen ab, wendet sich aber mehr der costalen Fläche der Lunge zu. In meinem Präparat ist der 2. Ventralbronchus unzweifelhaft der bedeutendste.

Die Ventralbronchen der rechten Lunge nehmen ungefähr in einer Horizontalebene ventro-lateral bis lateral aus dem Stammbronchus ihren Ursprung, nur der 1. scheint ein wenig mehr ventralwärts zu entspringen. Die Dorsalbronchen der rechten Lunge, 7 an der Zahl, gruppieren sich wieder in einer langgezogenen halben Spiraltour um den Stammbronchus. Der 1. ist bereits auf die Trachea übergetreten, wo er rein lateral entspringt. Er zerfällt in 3 große Aeste, von denen der für die Lungenspitze bestimmte den Stamm am frühesten verläßt und sich im Bogen nach vorn wendet. Die beiden anderen laufen nach hinten, einer dem ventralen, der andere dem dorsalen Lungenrande zu. Der 2. entspringt schon dorso-lateral. Ein Zweig von ihm geht nach dem dorsalen Lungenrande, 2 andere wenden sich dem ventralen zu. Alle übrigen Dorsalbronchen sind ausschließlich Träger des dorsalen bezw. medialen Lungenrandes. Der 3. dorsale Bronchus nimmt seinen Ursprung rein dorsal aus dem Stammbronchus, der 4. bereits dorso-medial. Die folgenden rücken noch weiter medialwärts, und der letzte endlich verläßt den Stammbronchus sogar etwas medio-ventral. Wie bei den Zahnwalen, besonders bei Hyperoodon, sehen wir auch hier, daß die Dorsalbronchen **höher** gelegen sind, als die entsprechenden Ventralbronchen. So entspringt der dritte dorsale noch vor dem ersten und der vierte dorsale noch vor dem zweiten ventralen Bronchus. Die übrigen Dorsalbronchen stehen dichter und verteilen sich so, daß der 7. dorsale ungefähr in gleicher Höhe mit dem 4. ventralen Bronchus den Stammbronchus verläßt.

Anders verhält sich der Bronchialbaum der linken Lunge. Hier ragt noch kein einziger Dorsalbronchus über den ersten Ventralbronchus hinaus, der somit der höchst gelegene Bronchus in der ganzen Lunge ist. Darum aber hat der Bronchialbaum nichts eingebüßt an schlanker Gestalt. Die kräftigen Ventralbronchen, die hier in der stattlichen Zahl von 6 vertreten sind, lassen die vorgeschobenen Dorsalbronchen als allein ausschlaggebend für das Zustandekommen der gestreckten Lungengestalt nicht erscheinen.

Der 1. Ventralbronchus entspringt ventro-lateral, alle übrigen verlassen mehr lateral den Stammbronchus.

Besonderes Interesse verdient nur noch der 1. Ventralbronchus, weil er einen Ast zur Versorgung der Lungenspitze abgiebt, der bei weitem größer ist, als der ganze 1. Ventralbronchus nach Abgabe dieses Astes. In ihrem sonstigen Verhalten gleichen die Ventralbronchen denen der rechten Lunge.

Den 6 ventralen Bronchen der linken Lunge entsprechen genau 6 dorsale. Diese weichen insofern von den gewöhnlichen Verhältnissen ab, als sie nicht vor, sondern alle ohne Ausnahme erst **hinter** den zugehörigen Ventralbronchen ihren Ursprung aus dem Stammbronchus nehmen. Zum Unterschiede von denen der rechten Lunge entspringen alle medial, die ersten dorso-medial und die letzten rein medial.

Besonders erwähnenswert ist schließlich vom Bronchialbaum von Balaenoptera musculus noch, daß der Neigungswinkel aller Bronchen, der ventralen wie der dorsalen, zu ihrem Stammbronchus in beiden Lungen erheblich viel kleiner ist, als bei den Zahnwalen. Ein Winkel von 40° scheint nur ausnahmsweise überschritten zu werden. Gewöhnlich sind alle, auch die letzten Bronchen um 30—40° zu ihrem Stammbronchus geneigt. Dabei ist aber zu bemerken, daß die Bronchen der linken Lunge im allgemeinen etwas größere Winkel bilden mit dem Stammbronchus, als die der rechten.

Der Stamm der Lungenarterie liegt links von der Medianebene, ventral von dem linken Stammbronchus. Die Teilung in die beiden Hauptarterien erfolgt in verhältnismäßig geringer Entfernung von der Bifurkation, unter einem stumpfen Winkel von ca. 110°. Während die linke Lungenarterie sich in ziemlich steilem Bogen und sehr schnell vor und über den 1. Ventralbronchus an die dorsale Seite des Stammbronchus begiebt und dort, sich allmählich etwas medio-dorsal lagernd, nach hinten zieht, nimmt die rechte einen anderen Weg. Sie geht von der Teilungsstelle der Stammarterie schräg nach hinten und rechts hinüber zum rechten Stammbronchus, den sie kurz vor dem 1. Ventralbronchus kreuzt, um an die obere Seite desselben zu gelangen. Dort liegt sie anfangs dorso-lateral, nimmt aber bald dorsale und gegen das Ende leicht medio-dorsale Lage an.

Auf dem Wege bis zu der Ueberkreuzung des Stammbronchus giebt die rechte Pulmonalis 2 Aeste für den 1. und 2 für den 2. Dorsalbronchus ab. Zum Unterschied von allen folgenden, die sich wie die der linken Lunge verhalten, liegen diese Aeste hinter den entsprechenden Bronchen und etwas ventral von

ihnen. An der linken Lunge liegen alle Pulmonalisäste etwas vor den entsprechenden Bronchen, an den ventralen dabei dorsal und an den dorsalen lateral bezw. gleichfalls dorsal.

Die Venen erinnern im allgemeinen an die Verhältnisse bei Hyperoodon. Auch hier sammelt sich das Blut aus der vorderen Lungenhälfte schließlich in eine große Vene, die dorso-medial den rechten Stammbronchus kreuzt, zum Unterschiede aber von Hyperoodon nicht vereint mit der aus der hinteren Lungenhälfte herkommenden Vene in die linke Vorkammer eintritt, sondern isoliert in dieselbe ausmündet.

Aus diesem eigentümlichen Verlauf erklärt sich dann auch die Lage der Venenäste etwas vor und dorsal von dem 1. und 2. Dorsalbronchus. Im übrigen sind keine bemerkenswerten Besonderheiten vorhanden.

Einiges über den Bronchialbaum anderer Bartenwale.

Balaenoptera Sibbaldii scheint, nach den Angaben von Turner[1]) und Beauregard und Boulart[2]) zu schließen, in dem Besitze eines hoch auf die Trachea hinaufgeschobenen, sog. trachealen Bronchus mit Balaenoptera musculus übereinzustimmen. Ueber die nächsten Bronchen und besonders über die ersten Bronchen der linken Lunge aber erfahren wir nichts Zuverlässiges. Was Balaenoptera rostrata anbetrifft, so hat bereits Weber entgegen den Angaben Carte und Macalister's[3]) festgestellt, daß dieser Wal gleichfalls einen aus der Mitte der Trachea entspringenden rechtsseitigen trachealen Bronchus besitzt. Auch auf der Schnittserie, die mir von einem 17,5 cm langen Embryo von Balaenoptera rostrata zur Verfügung stand, sehe ich diesen Bronchus hoch aus der Trachea entspringen. Im übrigen aber weicht Balaenoptera rostrata von dem für Balaenoptera musculus geschilderten Verhalten ab. Während wir nämlich bei Balaenoptera musculus an der linken Lunge sämtliche Dorsalbronchen hinter dem 1. Ventralbronchus gelegen fanden, sehen wir hier, daß dies Verhalten doch nicht konstant ist und daher nicht als Unterscheidungsmerkmal

---

1) Turner, Trans. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. 26, p. 236.

2) Beauregard et Boulart, Journ. de l'anat. et de la physiologie, Tome 18, p. 623.

3) Carte and Macalister, Phil. Transact. London, 1868, p. 243 (sie erwähnen den trachealen Bronchus gar nicht).

gegenüber den Zahnwalen gelten kann. Der erste Dorsalbronchus ist über den ersten Ventralbronchus hinausgeschoben. Damit aber haben wir eine Annäherung an Verhältnisse, wie wir sie bei den Zahnwalen fanden. Der Zahl nach fand ich an der rechten Lunge 7 dorsale und 6 ventrale und an der linken Lunge 6 dorsale und 5—6 ventrale Bronchen. An der rechten Lunge lagen deutlich 2 dorsale Bronchen vor dem ersten ventralen, und der 3. dorsale erreichte diesen fast, wenn er auch nicht ganz die hohe Lage des 3. Dorsalbronchus bei Balaenoptera musculus hatte.

Gleich wie bei den Zahnwalen, so giebt es auch bei den Bartenwalen einen Vertreter, dessen Luftröhre trachealer Bronchen entbehrt. Es ist hier das Genus Balaena. Beauregard und Boulart [1]) sowohl wie Eschricht [2]) führen ausdrücklich an, daß ein trachealer Bronchus bei Balaena antipodum wie bei Balaena mysticetus fehlt. Wie wir Beauregard und Boulart's [1]) Ausführungen aber entnehmen können, sitzt bei Balaena antipodum der ihm homologe Bronchus ganz in der Nähe der Bifurkation auf dem rechten Stammbronchus.

Wenn wir die Befunde bei den Bartenwalen kurz noch einmal überblicken, so können wir auch hier 3 Stadien in der Entwickelung der Luftröhre bezw. des Bronchialbaumes unterscheiden, die zwar nicht völlig mit denen bei den Zahnwalen übereinstimmen, doch aber auffallend große Aehnlichkeit haben. Balaena zeigt bezüglich seiner Luftröhre entschieden ein primitives Verhalten. Sie steht aber bereits höher als Orcella, die wir in Bezug auf den Bronchialbaum unter den Zahnwalen als die ursprünglichste Form betrachten müssen. Ueber Balaena steht Balaenoptera musculus, und Balaenoptera rostrata sind wir nach unseren Untersuchungen hinsichtlich ihrer Luftröhre resp. ihres Bronchialbaumes gezwungen als die am weitesten entwickelte Form unter den Bartenwalen anzusehen.

Wir haben also eine vollkommene Parallelität im Bau des Bronchialbaumes der Zahn- und der Bartenwale, und dasselbe trifft

---

1) Beauregard et Boulart, Journ. de l'anat. et de la physiologie, Tome 18, p. 623.

2) Eschricht, Die nordischen Waltiere, 1849, S. 148.

auch für das Offenbleiben der oberen Luftröhrenringe an der ventralen Seite zu. Aber wenn wir den Bronchialbaum der Mystacoceten mit dem der Odontoceten vergleichen, stoßen wir dennoch auch auf Verschiedenheiten. So ist bei den Odontoceten, vielleicht mit alleiniger Ausnahme von Orcella, die linke Lunge regelmäßig weiter entwickelt als bei den Mystacoceten. Schon bei der noch primitiven Form, Monodon, zeigt sich dies deutlich, indem bereits 2 Dorsalbronchen über den 1. Ventralbronchus hinausgeschoben sind, während wir selbst bei der höchst entwickelten Form unter den Bartenwalen, Balaenoptera rostrata, eben die ersten Anfänge einer Wanderung des 1. Dorsalbronchus über den 1. Ventralbronchus hinaus konstatieren können. Bei Balaenoptera musculus aber, die zwischen Balaenoptera rostrata und Balaena, hinsichtlich des trachealen Bronchus aber weit über Monodon steht, findet sich noch keine Spur davon. Wollte man nach diesen Resultaten an eine verwandtschaftliche Beziehung der Odontoceten zu den Mystacoceten denken, so müßten diese mit Balaena an der Wurzel, aus einer Zahnwalform ihren Ursprung genommen haben, die noch keinen trachealen Bronchus besessen hat und an deren linker Lunge noch sämtliche dorsale Bronchen hinter dem 1. Ventralbronchus sich befanden. Da könnte, wenn wir den spärlichen Angaben Anderson's über Orcella folgen, nur dieser Zahnwal in Betracht kommen [1]). Eine gewisse Stütze könnte die Auffassung in der Gestaltung des Kehlkopfes finden, der uns durch Dubois' Untersuchungen bekannt geworden ist. So zeigt nach diesem Autor Balaena und Megaptera eine Annäherung an die Zahnwale dadurch, daß bei ihnen wenigstens eine Andeutung einer laryngealen Röhre sich vorfindet, die aber bei den übrigen Bartenwalen vielleicht rückgebildet wurde, während sie bei den Zahnwalen zu so hoher Vollkommenheit sich entwickelte [2]). Auch bezüglich des laryngealen Sackes weisen Balaena und Megaptera noch primitive Verhältnisse auf, insofern derselbe bei ihnen erst einen geringen Umfang angenommen hat.

Es giebt also, wie wir gesehen haben, am Bronchialbaum und den Lungen der Punkte genug, welche den Gedanken an eine ver-

---

1) Anderson, Anatomical and zoological researches of the two expeditions to Western-Yunnan, Vol. 1, p. 360—388.

2) Dubois, Ueber den Larynx der Cetaceen, in Weber, Studien über Säugetiere, Jena 1886, S. 107.

wandtschaftliche Beziehung beider Gruppen von Walen aufkommen lassen könnten. Allein wenn wir uns nicht darauf beschränken, den ziemlich einförmigen Bronchialbaum und die Lungen zu betrachten, sondern den gesamten Organismus der Zahn- und Bartenwale in seinen wesentlichsten Punkten vergleichen, so lassen sich andererseits so bedeutende Verschiedenheiten, wie beispielsweise am Kopf und am Brustkorb, wie auch an anderen Organen, feststellen, daß eine gemeinsame Abstammung von einer Stammform mit ziemlicher Sicherheit auszuschließen ist. Wir hätten alsdann die Aehnlichkeiten, welche im Bau der Lungen und des Bronchialbaumes zwischen Odontoceten und Mystacoceten bestehen, als Konvergenzerscheinungen anzusehen, die durch die gleiche Lebensweise hervorgerufen wurden. Die von Kükenthal[1]) aufgestellte und vertretene Ansicht von der diphyletischen Abstammung der Cetaceen erhielte dadurch eine weitere Stütze.

Für die Verwandtschaftsverhältnisse der Wale sind unsere Betrachtungen insofern noch von Interesse, als sie mit Rücksicht auf den besprochenen Entwickelungsgang, den ihre Luftröhre und ihr Bronchialbaum genommen hat, nicht von den Artiodactylen abstammen können, mit denen man sie wegen des trachealen Bronchus in Beziehung bringen wollte. Wie man sich aber leicht überzeugen kann, ist die Aehnlichkeit eine sehr oberflächliche, und die Unterschiede selbst am Bronchialbaum sind recht bedeutende.

So viel muß nach unseren Untersuchungen festgehalten werden, daß die Stammformen der Cetaceen keinen trachealen Bronchus und überhaupt einen primitiven Bronchialbaum besessen haben.

Phoca vitulina.

Auch für die Untersuchungen über die durch das Wasserleben herbeigeführten Veränderungen am Bronchialbaum erwies sich das Studium des Seehundes sehr förderlich. Drei Lungen standen mir von ihm zur Verfügung, von denen ich 2 mit Metall, die Gefäße mit Celloidin, die 3. mit Wachs injizierte. Während ich die letztere unter Schonung der Knorpel präparierte, versuchte ich, mir von den beiden anderen die Ausgüsse durch Maceration in Salzsäure herzustellen.

Der Halsteil der Luftröhre des Seehundes ist, wie bei den Walen, deutlich dorso-ventral zusammengedrückt, der Brustteil da-

---

1) Kükenthal, Vergleichend-anatomische und entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen an Waltieren, Jena 1889.

gegen annähernd rund auf dem Querschnitt. Bis zum Eintritt in die Brusthöhle bewahrt die Trachea ungefähr dieselbe Breite wie Dicke, dann schwillt sie über eine Strecke von ca. 2 cm ziemlich auffällig an, nimmt hinter dieser Stelle stark an Umfang ab, um wieder allmählich und nun dauernd bis zur Bifurkation an Volumen zu gewinnen.

Beispielsweise betrug am Halsteil die Breite der Luftröhre 1,6—1,7 cm, ihre Dicke 1,2 cm, an der erwähnten Anschwellung 1,8 bezw. 1,5 cm, unmittelbar dahinter, als an der dünnsten Stelle, war sie 1,5 cm breit und 1,4 cm dick. Kurz vor der Bifurkation endlich hatte die Luftröhre ihren größten Umfang, indem sie neben einer Dicke von 1,9 cm eine Breite von 2,1 cm hatte.

Wie bereits MECKEL [1]) ausgeführt hat, ist die Luftröhre bei Phoca „kurz, aber sehr weit und besteht aus ungefähr 70 ganz vollständigen, breiten, platten, dicht aneinander liegenden, weichknorpeligen, daher zusammenfallenden Ringen". Wenn ich zwar im allgemeinen die Richtigkeit dieser Angaben auf Grund meiner Untersuchungen bestätigen kann, so ergaben sich doch auch einige erwähnenswerte Abweichungen.

Einmal habe ich nur 65—66 Ringe gezählt, und dann waren nicht alle ganz vollständig, wie MECKEL angiebt, sondern einige unter ihnen waren an der dorsalen Seite der Trachea, nicht, wie es meist der Fall war, geschlossen, sondern ihre spitz auslaufenden Enden legten sich nach Art eines Schlüsselringes nebeneinander, ohne aber miteinander zu verschmelzen. Im Gegensatz zu den Ringen der Halsportion zeigten die des Brustteils Andeutungen davon, daß sie durch Verschmelzung der an der dorsalen Seite der Trachea übereinander greifenden Enden der Knorpelbögen entstanden waren. Namentlich im letzten Abschnitt der Luftröhre konnte man die sich überdeckenden und erst leicht miteinander verschmolzenen Enden der Ringe wieder lösen.

Die einzelnen Luftröhrenringe sind nicht alle voneinander isoliert, eine ganze Reihe ist vielmehr mit benachbarten Knorpeln mehr oder weniger umfangreiche Verschmelzungen eingegangen. Neben zahlreichen einfachen Verwachsungen zweier oder mehrerer Ringe habe ich noch in einem näher untersuchten Falle bis zur Bifurkation an 3—4 Stellen spiralartige Bildungen gefunden, die sehr an die besprochenen Verhältnisse bei den Walen erinnerten (Taf. V, Fig. 37, 38).

---

1) MECKEL, System der vergl. Anat., Halle 1833, Teil VI, S. 411.

Was die Knorpel der Bronchen betrifft, so sind sie nur noch in den Stammbronchen und auch nur in den obersten zwei Dritteln gut entwickelt.

In dem übrigen Teil der Stammbronchen und ebenso in ihren Aesten werden die Knorpel mehr oder weniger spärlich. Unmittelbar nach der Bifurkation werden die Knorpelringe, die bezüglich der Verschmelzungen sonst ein ähnliches Verhalten zeigen, wie die in der Trachea, schmaler und schmaler und schon in den großen Aesten bilden sie verhältnismäßig zarte, runde Knorpelstreifen. Sie liegen auch nicht mehr dicht beisammen, wie es noch im Anfangsteil der Stammbronchen der Fall war, sondern lassen mehr oder weniger große Zwischenräume entstehen. Dennoch aber verlieren sie sich nicht so bald, sondern sind noch in den feineren Bronchen anzutreffen.

Es verdient vielleicht weiter hervorgehoben zu werden, daß sämtliche in der Brusthöhle gelegenen Knorpel der Luftröhre und Bronchen auffallend weich sind gegenüber denjenigen des Halsteils der Trachea, die relativ fest erscheinen. Dieser Befund stimmt demnach mit dem beim Braunfisch überein. Ich bin der Ansicht, daß ähnliche Befunde auch bei den übrigen Wassersäugetieren die Regel bilden werden, und daß die bei einzelnen Wassersäugetieren gelegentlich beobachteten Verknöcherungen der innerhalb der Lunge gelegenen Knorpelringe als Zufälligkeiten, wie sie auch bei den Landsäugetieren in vielleicht noch größerem Umfange vorkommen, der ihnen zugesprochenen Bedeutung entbehren.

Die Luftröhre des Seehundes teilt sich erst tief in der Brusthöhle in Höhe des 7.—8. Rückenwirbels. Der Winkel, den die beiden Stammbronchen miteinander bilden, schwankt nach meinen Präparaten zwischen 55° und beinahe 80°. Aeby[1]) fand 61°.

In stärkerem Maße trug zur Bildung dieses Winkels der rechte Stammbronchus bei, indem er mehr nach außen abgelenkt war, als der linke. So betrug der Neigungswinkel, den der rechte Stammbronchus mit der Längsachse der Trachea bildete, in 2 Fällen 35 bezw. 42°, und die entsprechenden Neigungswinkel des linken beliefen sich auf 20 bezw. 35°. Aeby[1]) berichtet von dem entgegengesetzten Verhalten. In seinem Falle war der Neigungswinkel des linken Stammbronchus größer, als der des rechten und betrug 32°, der des rechten aber nur 29°.

---

1) Aeby, l. c. S. 15.

Der linke Stammbronchus geht, nachdem er anfangs die Ablenkung nach außen erfahren hat, mehr gestreckten Verlaufes durch die Lunge. Innerhalb derselben beschreibt er nur einen ganz flachen, dorsalwärts konkaven Bogen. Der rechte Stammbronchus dagegen beschreibt gleich anfangs neben der Ablenkung nach außen einen dorsalwärts konvexen Bogen. Gegen das Ende biegt er wieder leicht einwärts.

An jedem Stammbronchus lassen sich ca. 6 dorsale Bronchen nachweisen. Der erste von ihnen ist in jeder Lunge der sog. eparterielle im Sinne Aeby's. Der rechtsseitige und der der linken Lunge stehen auf ziemlich gleicher Höhe und verlassen die entsprechenden Stammbronchen unmittelbar nach der Bifurkation der Trachea. Nach zweien meiner Präparate ist der rechtsseitige 1. Dorsalbronchus ein wenig höher hinaufgerückt, als der linksseitige. Das dritte Präparat stimmte aber in dem umgekehrten Verhalten mit dem Aeby'schen[1]) Befunde überein. Beide Bronchen entspringen ziemlich lateral aus den Stammbronchen, der rechtsseitige in stärkerem Maße, als der linke.

Als die kräftigsten Aeste im ganzen Bronchialbaum zeichnen sie sich durch ihre Dicke, Länge und ihren Reichtum an Zweigen vor allen anderen aus. Besondere Erwähnung verdienen bei ihnen wegen ihrer Größe namentlich 3 Aeste, von denen einer unter Abgabe zahlreicher kleiner Aeste in scharfem Bogen nach vorn umbiegt, um die Lungenspitze zu versorgen. Der zweite Ast ist kurz, aber gedrungen. Er wendet sich nach außen, oben (dorsalwärts) und hinten. Der dritte Ast, wohl der fortlaufende Stamm, giebt verschiedene Aestchen ab und verläuft nach außen, ventralwärts und gleichzeitig etwas nach vorn, damit gewissermaßen eine Mittelstellung zwischen den beiden anderen einnehmend.

Die übrigen dorsalen Bronchen sind ganz erheblich kleiner. Sie stellen kurze und schwächliche Aeste dar, die sich nur verhältnismäßig geringer Verzweigung erfreuen.

Während die 1. Dorsalbronchen den Stammbronchus unter einem Winkel von annähernd 90° verließen, sind alle übrigen stärker gegen denselben geneigt, und nur die Neigungswinkel der der 2. und 3. dürften noch eben 60° erreichen. Alle anderen sind kleiner.

Wie wir schon gesehen haben, entspringen die 1. Dorsalbronchen lateral aus dem Stammbroncus. Der 2. der rechten

1) Aeby, l. c. S. 22.

Lunge tritt deutlich dorso-lateral daraus hervor, während sein Gegenüber an der linken Lunge vollständig dorsalen Sitz auf dem Hauptbronchus hat. Die folgenden begeben sich allmählich nach einwärts, erst medio-dorsal, dann rein medial, welche Stellung wir durchweg bei den letzten 2—3 dorsalen Bronchen beider Lungen antreffen.

Die Abstände, welche zwischen den einzelnen Dorsalbronchen entstehen, sind sehr verschieden. Am größten zwischen dem 1. und 2., nehmen sie nach hinten stufenweise ab. Vergleichen wir die dorsalen Bronchen der linken Lunge mit denen der rechten, so fällt sofort auf, daß der Abstand zwischen dem 1. und 2. Dorsalbronchus der rechten Lunge viel größer ist, als der entsprechende der linken, daß, mit anderen Worten, der 2. Dorsalbronchus der linken Lunge höher hinaufgeschoben ist nach der Bifurkation, als der rechtsseitige. Das scheint nicht bloß individuell, sondern typisch zu sein, denn alle 3 Lungen, die ich untersuchte, wiesen diesen Unterschied auf, darunter eine in ganz besonders starkem Maße.

Die Zahl der Ventralbronchen beträgt 5, von denen die ersten drei in jeder Lunge besonders kräftig entwickelt und stark verzweigt sind. Der größte ist nicht der erste, sondern der zweite in jeder Lunge; der dritte hat die Größe des ersten. Die übrigen sind dann auffällig kleiner und tragen nur einzelne dünne Aestchen.

Die ersten Ventralbronchen entsprangen ziemlich ventral aus dem Stammbronchus, die zweiten, eventuell auch noch die dritten ventro-lateral, die übrigen aber rein lateral.

Ihre Neigung zum Stammbronchus war erheblich, indem, außer an den zwei ersten Ventralbronchen jeder Lunge, die Neigungswinkel 40° nicht übersteigen. Die ersten Ventralbronchen waren um ca. 60—70° und die zweiten um ungefähr 50° gegen die Hauptbronchen geneigt.

Unterschiede zwischen der rechten und linken Lunge habe ich insofern beobachtet, als in einem Falle die ersten Bronchen der linken Lunge stärker ventralwärts gerichtet waren, als die entsprechenden der rechten. Die zweite injizierte Lunge verdient deshalb besonderes Interesse, weil sich bei ihr die fraglichen Verhältnisse gerade umgekehrt verhielten. Es dürfte bei dieser Frage wohl die Lage des Herzens, je nachdem dieses mehr nach links oder rechts gerückt ist, die entscheidende Rolle spielen.

Was endlich die Verteilung der Ventralbronchen betrifft, so steht der erste der linken Lunge wiederum der Bifurkation viel näher, als der entsprechende rechtsseitige, und ebenso stehen die übrigen Ventralbronchen der linken Lunge nicht mit denen der rechten auf gleicher Höhe, sondern verlassen etwas früher den Stammbronchus als ihre Gegenüber.

Im Vergleiche zu den dorsalen Bronchen nehmen in beiden Lungen die Ventralbronchen nicht nur im Anfange die tiefere Stellung ein, sondern bewahren dieselbe auch bis gegen das hintere Ende der Stammbronchen.

Es bleibt uns vom Bronchialbaum noch übrig, einen Blick auf die sog. Nebenbronchen zu werfen. An der linken Lunge sind nur im letzten Abschnitte 2 winzige Aestchen beobachtet worden, an der rechten Lunge zahlreicher vorhanden, reichen sie dagegen bis fast in die Höhe des 1. Ventralbronchus hinauf. Ich habe 4 kleine Aeste gezählt, die medio-ventral aus dem Stammbronchus entsprangen und nach hinten, unten und medialwärts zogen. Der erste befand sich in Höhe des 1. Ventralbronchus oder nur wenig dahinter. Die anderen standen in derselben Beziehung zu den übrigen Ventralbronchen.

Ueber die Blutgefäße der Lunge des Seehundes kann ich mich kurz fassen, ergiebt sich doch der Verlauf der Lungenarterien von selber aus der Beschreibung, die ich von der Lage der dorsalen und ventralen Bronchen gegeben habe. Besonders erwähnen möchte ich nur, daß sich der gemeinschaftliche Stamm der Pulmonalarterie ungefähr in der Medianlinie unmittelbar hinter oder in gleicher Höhe mit der Bifurkation der Trachea unter einem Winkel von ca. 120° in die beiden Lungenarterien spaltet. Ihre einzelnen Aeste lagern sich den dorsalen und ventralen Bronchen in der bekannten Weise an. An den ersten dorsalen, den sog. eparteriellen Bronchen liegen sie meist ventral. Den Spitzenbronchus derselben begleiten sie medio-ventral, und ihr dorsaler Ast empfängt das Blut durch ein Gefäß, das von vorn her (oralwärts) an ihn herantritt. Im übrigen liegen die Arterien an den Dorsalbronchen lateral bezw. dorsal und etwas vor ihnen, an den Ventralbonchen entsprechend.

Die Nebenbronchen werden von Arterien versorgt, die den Stammbronchus nach außen umfassen und sich lateralwärts jenen anschmiegen.

Die Venen liegen den Arterien meist diametral gegenüber, nur an dem 1. Dorsalbronchus jeder Lunge sind sie wie die Arterien

ventralwärts gelagert. Das Blut aus den kleineren Lungenvenen sammelt sich schließlich in 5 größeren Stämmen, die getrennt in die linke Vorkammer münden. Je zwei führen das Blut aus dem vorderen Teil jeder Lunge ab, und das Gefäß, welches aus dem hinteren Abschnitte der Lunge kommt, vereinigt sich kurz vor dem Herzen mit dem der anderen Lunge, und beide münden gemeinschaftlich in dasselbe aus.

Enhydra marina und Lutra vulgaris.

Die Luftröhre der Seeotter besteht aus 49—50 meist breiten Knorpelbögen, die zum größten Teil infolge Verschmelzung ihrer Enden an der dorsalen Seite der Trachea vollständige Ringe bilden. Nur im letzten Teil sind die Ringe nicht mehr ganz geschlossen. Die dorso-ventrale Abplattung ist gering zu nennen im Verhältnis zu der, die wir bei der Luftröhre der Wale und auch bei Phoca angetroffen haben. Mit ihnen aber hat die Seeotter das gemein, daß die Luftröhrenringe außerordentlich eng aneinander liegen und kaum Zwischenräume entstehen lassen.

Verschmelzungen einzelner Ringe sind auch bei Enhydra nicht selten. Ich fand solche bis zur Bifurkation an 4 Stellen. Neben diesen war noch eine spiralartige Bildung ungefähr in der Mitte der Trachea zu konstatieren. 3 Knorpelringe waren nämlich auf die Weise miteinander verbunden, daß sich zwischen dem 1. und 2. an der linken Seite und zwischen dem 2. und 3. an der rechten Seite eine kleine schräg von rechts-oben nach links-unten verlaufende Knorpelspange einschob und mit ihnen verschmolz.

Das Verhalten der Knorpel der Bronchen konnte ich nicht untersuchen, weil die eine mir nur zur Verfügung stehende Lunge, um den Bronchialbaum zu gewinnen, mit Celloidin injiziert und nachher maceriert werden mußte (Taf. VI, Fig. 42).

Die Luftröhre der Fischotter ist verhältnismäßig lang. Sie besteht nach meinen Zählungen aus 54 oder 55, nach Meckel [1]) aus ca. 60 Ringen, die gegenüber den vorangeschickten Befunden einmal dorsalwärts noch nicht geschlossen und sodann auch kleinere Zwischenräume zwischen sich entstehen lassen. Sie sind verhältnismäßig weich, ganz besonders die innerhalb der Brusthöhle gelegenen. Die Luftröhre ist, soweit sie außerhalb des Thorax liegt, leicht zusammengedrückt und breiter, als in der

1) Meckel, l. c. S. 413.

Brustportion. Dies hängt mit der Pars membranacea zusammen, deren Breite hinter dem Kehlkopf am größten ist und beispielsweise in einem Falle 0,7 cm, in Höhe der Brustapertur dagegen nur noch 0,3 cm betrug. Mit dem Schmalerwerden dieser Membran nähern sich die Knorpelenden und geben der Trachea eine mehr runde Gestalt, wie sie an der ganzen Brustportion zu finden ist (Taf. V, Fig. 35 und 36).

Es finden sich breite wie schmale Ringe in der Luftröhre der Fischotter. Zahlreiche sind an einer Seite schmal und werden nach der anderen breiter. Die ihnen anliegenden Ringe verhalten sich dann umgekehrt, indem an der Seite, wo die vorhergehenden oder folgenden Ringe breit sind, sie schmal erscheinen. Die schmalsten Ringe sind in der ganzen Luftröhre die obersten, die dem Kehlkopfe benachbarten.

Einfache Verwachsungen einzelner Luftröhrenringe habe ich 5mal konstatieren können, von denen besonders eine kurz vor der Bifurkation sehr umfangreich war und 3 Ringe betraf.

Auch in der Luftröhre der Fischotter fand sich eine spiralartige Anordnung einiger Knorpel. Sie lag dicht unterhalb des Kehlkopfes und ist in Taf. V, Fig. 36 abgebildet worden.

Ueber die Knorpel der Bronchen kann ich aus dem gleichen bei Enhydra schon angeführten Grunde nicht berichten. Beide Lungen, die mir zur Verfügung standen, dienten besonders für das Studium des Bronchialbaumes, den ich durch Celloidin- und Wachsinjektion (letztere für die Gefäße) erhielt (Taf. VI, Fig. 43 und 44). Nach Meckel [1]) aber sind die Bronchen innerhalb der Lungen mit lange knorpeligen, vollständigen Ringen versehen.

Die Luftröhre der Seeotter teilt sich unter einem Winkel von ca. 80° in die beiden Hauptbronchen. Der rechte von ihnen verläuft mehr in der Richtung der Trachea und ist nur um ca. 30° von derselben nach außen abgelenkt, während der Neigungswinkel, den der linke Stammbronchus mit einer in der Richtung der Trachea verlaufenden Geraden bildet, ungefähr 50° beträgt. Beide Bronchen treten medio-ventralwärts in die Lungen ein in Höhe der halben Länge derselben. Der linke infolge der stärkeren Ablenkung etwas früher, als der rechte. Dieser geht dann mehr gestreckten Verlaufs, jener in medialwärts konkavem Bogen durch die Lungen.

Wir können bei Enhydra mit Sicherheit 4 wohlausgebildete Ventralbronchen an jeder Lunge unterscheiden, daneben sind noch

1) Meckel, l. c.

einzelne Aestchen vorhanden, auf die ich wegen ihrer Winzigkeit aber kein Gewicht legen möchte.

In der rechten Lunge verteilen sie sich über die beiden letzten Drittel des Stammbronchus, in der linken Lunge nehmen sie dagegen mindestens $^5/_6$ seiner Länge ein. Zum Ausgleich für die zurückverlagerten Bronchen tritt an der rechten Lunge der 1. dorsale ein, der nach Aeby ein sogen. eparterieller ist. Er verläßt den rechten Stammbronchus lateralwärts unfern der Bifurkation und liegt darum höher als der 1. Ventralbronchus der linken Seite, der auch verhältnismäßig nahe bei der Bifurkation entspringt. Dieser unterscheidet sich aber von jenem wesentlich dadurch, daß er fast ventralwärts den Stammbronchus verläßt und eine von jenem ganz abweichende Verzweigung zeigt. Jener stellt nur einen nach vorn gerichteten, starken Bronchus dar, der den Spitzenlappen trägt und im übrigen keine bemerkenswerten Aeste entsendet. Der oberste Bronchus in der linken Lunge — der 1. ventrale — zeigt aber die regelrechte Verzweigung der folgenden Ventralbronchen und besitzt daneben einen kräftigen Zweig, der sich nach vorn umbiegt und die Lungenspitze versorgt. Dieser Ast hat somit die Aufgabe, die an der anderen Lunge der besprochene 1. Dorsalbronchus, der eparterielle im Sinn Aeby's, besitzt.

Die Ventralbronchen der linken Lunge entspringen im Verhältnis zu denen der rechten Lunge stärker ventralwärts und zeigen auch im ganzen einen mehr ventralwärts gerichteten Verlauf. Die der rechten Lunge verlaufen eher lateral bezw. ventro-lateral.

Zwischen dem 1. und 2. Ventralbronchus der linken Lunge besteht ein größerer Abstand, die 3 anderen dagegen stehen ziemlich dicht bei einander, wodurch der hintere Abschnitt des Stammbronchus gewissermaßen etwas entblößt erscheint. An der rechten Lunge sind die Abstände der einzelnen Ventralbronchen voneinander regelmäßiger und nehmen nach hinten stufenweise an Größe ab.

Dorsalbronchen sind an der rechten Lunge 4—5 deutlich vorhanden. Den ersten davon haben wir schon kennen gelernt. Die übrigen sind von geringer Größe und tragen nur wenige Zweige. Der 2. und 3. entspringen dorsal und verlaufen nach oben-hinten und etwas lateralwärts. Die anderen nehmen ihren Ursprung aus dem Stammbronchus in geringem Grade medialwärts und haben entsprechenden Verlauf.

An der linken Lunge waren 4 deutliche Dorsalbronchen vorhanden. Besondere Erwähnung verdient der 1. wegen seiner

kräftigen Gestalt und seiner reichlichen Verzweigung. Die übrigen waren wie die 3 oder 4 letzten der rechten Lunge schwächlich entwickelt und ohne erwähnenswerte Eigenschaften. Der 1. entsprang dorso-lateral, die folgenden traten dorsal und die letzten etwas medial aus dem Stammbronchus hervor.

Im Vergleich zu den Ventralbronchen nehmen die dorsalen in der rechten Lunge von Anfang bis zu Ende die höhere Stellung ein, in der linken Lunge aber ist es umgekehrt.

Nebenbronchen hat die linke Lunge einzelne (2—3) kleine Aeste im hinteren Abschnitt. An der rechten Lunge ist besonders einer erwähnenswert, der ungefähr in Höhe des 1. Ventralbronchus medio-ventral entspringt, nach innen, unten und hinten zieht und zum Träger des unpaarigen Lungenlappens, unseres Lobus cavae, wird. Er stellt demnach den von Aeby sog. Bronchus cardiacus dar. Gegenüber dem entsprechenden Bronchus bei Lutra ist er, wie wir sehen werden, viel einförmiger, indem er nicht wie dieser sich in 2 große Aeste spaltet, sondern nur kleinere Zweige abgiebt, im übrigen aber als einfacher Stamm medialwärts von dem rechten Hauptbronchus nach hinten zieht. Der Winkel, den der Herzbronchus bei Enhydra mit dem rechten Stammbronchus bildet, ist sehr klein, infolgedessen erscheinen beide fast parallel verlaufend.

Bezüglich der übrigen Lungenlappen ist zu erwähnen, daß in der rechten Lunge der vordere Lappen ausschließlich vom 1. Dorsalbronchus und der mittlere allein vom 1. Ventralbronchus versorgt wird. Alle übrigen Bronchen verteilen sich in dem hinteren Lappen.

In der linken Lunge ist der 1. Ventralbronchus für den vorderen Lappen bestimmt, während alle übrigen Bronchen, dorsale wie ventrale, die Grundlage für den hinteren Lappen abgeben.

Die Gefäßverteilung in der Lunge von Enhydra stimmt mit der der Fischotter überein, weshalb hier von einer Beschreibung Abstand genommen und auf jene für Lutra zu gebende verwiesen werden kann.

Wir kommen nun zur Betrachtung des Bronchialbaumes der Fischotter. Die Luftröhre von Lutra teilt sich in Höhe des 7.—8. Rückenwirbels in die beiden Stammbronchen. In dem einen Falle betrug der von diesen gebildete Winkel 35, in dem anderen 40°.

Der Stammbronchus der rechten Lunge bildet gewissermaßen die Fortsetzung der Trachea, so wenig ist er von der Längsachse derselben nach außen abgelenkt. Bis zur Abgabe des Bronchus

cardiacus verläuft der rechte Stammbronchus gerade, von da ab beschreibt er einen deutlichen, medio-ventralwärts konkaven Bogen.

Der linke Stammbronchus entfernt sich sogleich von Anfang an von der Medianebene und behält die ihm bei der Bifurkation mitgeteilte Richtung nach hinten und außen bis in Höhe des 3. oder 4. Ventralbronchus bei, von wo ab er sich in leicht konkavem Bogen einwärts und etwas abwärts begiebt.

An der linken Lunge sind ca. 5 Ventralbronchen vorhanden, von denen der 1., der Träger des vorderen Lungenlappens, ca. $1^1/_2$ cm von der Bifurkation entfernt ventro-lateral aus dem Stammbronchus entspringt. Er ist der kräftigste Bronchus in der linken Lunge, was darin seinen Grund hat, daß ihm gleichzeitig die Aufgabe zufällt, durch einen starken Ast die Lungenspitze zu versorgen, welches an der rechten Lunge durch den 1. Dorsalbronchus, den sog. eparteriellen im Sinne AEBY's, geschieht. Von dem 2. ist der 1. Ventralbronchus durch einen bedeutenden Abstand getrennt, der mehr als $^1/_3$ der ganzen Länge des Stammbronchus beträgt. Die Ventralbronchen 2—4 aber folgen aufeinander in bis gegen den hinteren Lungenpol ungefähr gleich bleibenden, kleineren Abständen.

Mit Ausnahme des 3. Ventralbronchus, der kräftiger entwickelt ist als der 2., nehmen sie nach hinten stufenweise an Länge und Verästelung ab.

Die ersten Ventralbronchen sitzen ventro-lateral, die letzten rein lateral auf dem Stammbronchus und sind nach hinten (caudalwärts) geneigt. Was ihre Neigungswinkel zum Stammbronchus betrifft, so bildet der 1. Ventralbronchus, abgesehen von seinem äußerst kräftigen, für die Lungenspitze bestimmten Ast, mit dem Stammbronchus einen Winkel von ca. 60°, der 2. einen solchen von 40°, und die übrigen sind um nur ca. 30° von dem Hauptbronchus abgelenkt.

Dorsalbronchen sind an den linken Lungen ca. 6 vorhanden. Sie besitzen eine gerade so schwächliche Gestalt, wie bei Phoca und Enhydra. Bezüglich des Ursprungs und der Richtung stimmen die dorsalen Bronchen der linken Lungen mit den Verhältnissen bei Enhydra überein. Der 1. Dorsalbronchus liegt in Höhe zwischen dem 1. und 2. Ventralbronchus, der 2. mit dem 2. ventralen, der 3. mit dem 3. auf gleicher Höhe. Der 4. aber hält nicht gleichen Schritt mit den übrigen ventralen Bronchen und ist hinaufgeschoben, so daß erst der 5. dorsale mit dem 4. ventralen Bronchus wieder auf einer Höhe liegt.

Die rechte Lunge ist durch den Besitz eines sog. eparte-

riellen Bronchus ausgezeichnet, den wir nach unserer Auffassung als den 1. Dorsalbronchus bezeichnen müssen. Er entspringt lateral, in einem Falle direkt an der Bifurkation, in dem anderen einige Millimeter hinter derselben als ein überaus kräftiger Ast, der zunächst einen ansehnlichen Zweig nach oben (dorsalwärts) außen und hinten, dann einen ähnlichen ventro-lateral abgiebt und den größten in scharfem Bogen nach dem vorderen Lungenpol entsendet.

Der zweite Dorsalbronchus, der gleich den folgenden von sehr schwächlicher Gestalt ist, folgt auf den 1. in sehr beträchtlicher Entfernung, die fast der halben Länge des Stammbronchus gleichkommt. Er entspringt dorso-lateral fast in Höhe des 2. Ventralbronchus. Im Vergleiche zu dem 1. Dorsalbronchus der linken Lunge steht er tiefer und erst mit dem 2. derselben auf gleicher Stufe. Im ganzen waren 6 Dorsalbronchen vorhanden. Gegenüber den entsprechenden Ventralbronchen nehmen die Dorsalbronchen durchweg die höhere Lage ein.

Ventralbronchen sind ca. 5 vorhanden. Der erste ist der größte (Taf. VI, Fig. 43, 44) und nächst dem besprochenen 1. Dorsalbronchus überhaupt der bedeutendste Bronchus in der ganzen Lunge. Gegenüber den folgenden erfreut er sich besonders großer Länge. Er entspringt in nicht so großer Entfernung von dem 1. Dorsalbronchus, aber im Gegensatz zu diesem, der lateral aus dem Stammbronchus hervortritt, ventral. Der zweite Ventralbronchus entspringt noch ungefähr in derselben Ebene, die übrigen sitzen aber lateralwärts dem Hauptbronchus auf.

Wie an der linken Lunge liegt auch an der rechten zwischen dem 1. und 2. Ventralbronchus ein großer Zwischenraum, der nur insofern von dem linksseitigen abweicht, als er wegen der tieferen Lage, die der rechtsseitige 1. Ventralbronchus gegenüber dem entsprechenden der linken Lunge einnimmt, erst später beginnt. Dafür reicht dieser fragliche Zwischenraum aber weiter nach hinten (caudalwärts), und so kommt es, daß der 2. Ventralbronchus der rechten Lunge erst in Höhe des 3. der linken Lunge seine Lage hat. Wir können aus diesem ganzen Verhalten erkennen, daß der rechtsseitige Bronchialbaum gewissermaßen (vom 1. Ventralbronchus an gerechnet) um so viel zurückgeschoben erscheint, als der sog. eparterielle Bronchus im Sinne Aeby's, unser 1. Dorsalbronchus, über den 1. Ventralbronchus hinaufgerückt ist.

Als eine Folge dieser Verschiebung des rechtsseitigen Bronchialbaums haben wir es wohl anzusehen, daß die 4 hinteren Ventralbronchen der rechten Lunge dichter zusammenstehen als ihre Gegenüber an der linken Lunge.

An der linken Lunge finden sich medio-ventral bezw. ventral, aus dem Stammbronchus entspringend, noch 3 schwächliche Aestchen, die sog. Nebenbronchen; auch an der rechten war ihre Zahl nicht größer. Hier aber war der erste, der ungefähr 1 cm nach Abgabe des 1. Ventralbronchus medio-ventral aus dem Stammbronchus entsprang, sehr kräftig entwickelt, an Größe dem 1. Ventralbronchus nichts nachgebend. Dieser Bronchus cardiacus, der die Grundlage des Lobus infracardiacus bildet, treibt einen kräftigen Ast, der mehr parallel zum Stammbronchus läuft oder nur unter geringerem Winkel medialwärts von ihm abweicht. Sein kräftigerer Stamm aber zieht medio-ventral und weniger stark nach hinten, dafür aber auffällig quer zur linken Lunge hinüber. Ihren Stammbronchus erreicht er mit seiner Spitze nicht nur, sondern kreuzt ihn ventralwärts sogar, wenn er auch nicht dicht an ihm vorbeigeht (Taf. VI, Fig. 43 und 44).

Zum Schlusse sei noch kurz auf die Blutgefäße der Fischotterlunge hingewiesen. Der Stamm der Arteria pulmonalis teilt sich dicht an der Bifurkation und links von der Medianblase in die beiden Hauptstämme. Die linke Lungenarterie begiebt sich vor dem 1. Ventralbronchus in einem Bogen nach aufwärts und verläuft anfangs dorso-ventral, später dorsal am entsprechenden Stammbronchus entlang. Die rechte Lungenarterie geht schräg nach rechts, hinten, oben und außen, kreuzt ventrolateral den Stammbronchus und gelangt zwischen dem 1. dorsalen und dem 1. ventralen Bronchus nach oben. Zum Unterschied von der Arterie der linken Lunge begleitet die rechte Pulmonalis den Stammbronchus lateral. Vom 3. Ventralbronchus bis zum hinteren Lungenpol hat sie dorso-laterale Lage.

Die für den Bronchus cardiacus bestimmte Arterie, die ventral aus der rechten Lungenarterie in Höhe des 1. Ventralbronchus entspringt, überkreuzt den Stammbronchus ventral und zieht an der ventralen Seite des Herzbronchus entlang. Die Lage der Arterien zu den übrigen Bronchen ist die gewöhnliche, wie sie schon an anderer Stelle geschildert ist.

Die Venen liegen den Arterien diametral gegenüber, auch am Bronchus cardiacus, wo demgemäß die Vene dorsal vom Bronchus liegt. Sie ist ein Zweig der großen, das Blut aus der hinteren

Lungenhälfte abführenden Vene, in die sie in geringer Entfernung von ihrem Eintritt ins Herz ausmündet.

Erwähnung verdient hierbei vielleicht, daß das große Gefäß, welches die Vene des Herzbronchus aufnimmt, von der für diesen bestimmten Arterienzweig ventralwärts überkreuzt wird.

Im ganzen münden schließlich 5 Venenstämme getrennt in das Herz aus. Je 2 aus dem vorderen Teile jeder Lunge und den fünften Stamm bilden die beiden aus der hinteren Hälfte der Lungen kommenden Venen, nachdem sie sich kurz vor dem Herzen vereinigt haben.

Vergleich der landlebenden mit den amphibisch lebenden Carnivoren.

Bei den landlebenden Carnivoren wird hinsichtlich der Knorpelelemente der Luftröhre kein völlig gleiches Verhalten beobachtet. Sie stimmen aber darin überein, daß die Luftröhrenknorpel keine vollkommenen Ringe bilden, sondern an der dorsalen Seite der Trachea eine bei den einzelnen Arten verschieden breite Lücke lassen, die von einer bindegewebigen, elastischen Membran und glatter Muskulatur, welche die Knorpelenden miteinander verbindet, ausgefüllt wird. Bald stellen die Knorpelbögen nur Halbringe dar, bald sind sie vollkommener. In seltenen Fällen legen sich die Knorpelenden selbst einmal übereinander, ohne indes zu verschmelzen. Sie werden hier aber ebenso wie in den anderen Fällen durch die erwähnte Membran zusammengehalten [1]).

Die Zahl der Knorpelbögen der Luftröhre schwankt gleichfalls innerhalb der Ordnung der Carnivoren. Bei Ursus wird die geringste Zahl mit ca. 30—32, bei den Musteliden die höchste mit ungefähr 70 Knorpeln beobachtet. Dazwischen stehen die Feliden mit ca. 40 Luftröhrenringen. Die einzelnen Ringe sind mehr oder weniger weit voneinander entfernt und durch eine fibröse, viele elastische Fasern enthaltende Membran verbunden. Verschmelzungen zweier Knorpel scheinen selten zu sein, nur einmal fand ich beim Hunde in der Mitte der Luftröhre zwei Ringe innig miteinander verwachsen.

Die Festigkeit der Knorpel schwankt gleichfalls, bei einigen, wie beispielsweise beim Löwen, hat Meckel sie sehr weich, bei anderen, der Hyäne und dem Hunde, härter gefunden.

1) Meckel, l. c. S. 411—417.

In den Luftröhrenästen verlieren sich die Knorpel meistens bald, nur von einigen Carnivoren giebt Meckel an, daß sich bei ihnen die Knorpel längere Zeit erhielten, so besonders bei Procyon dem Waschbär und der Hyäne. Weniger lange sind die Knorpel nachzuweisen bei den Feliden und Caniden.

Suchen wir die Landraubtiere mit den vorhin betrachteten, im Wasser lebenden Carnivoren zu vergleichen, so finden wir zunächst, daß Lutra erst geringe Abweichungen aufweist. Die Luftröhrenknorpel sind verhältnismäßig noch weit voneinander entfernt und die zwischen ihnen entstehenden Lücken durch eine ähnliche Faserhaut, wie bei den Landraubtieren, ausgefüllt. Desgleichen sind bei Lutra die Ringe noch nicht geschlossen, sondern werden, wie bei jenen, durch ein Querband an der dorsalen Seite der Luftröhre vervollständigt. Lutra unterscheidet sich aber von den Landraubtieren dadurch, daß bei ihr sich eine entschiedene Neigung zu Verschmelzungen von Luftröhrenringen geltend macht.

Bei Enhydra, die unzweifelhaft besser angepaßt ist als Lutra, sind die durch das Wasserleben bedingten Veränderungen entsprechend weiter ausgebildet. Einmal sind die Bögen vollständig ohne Querband, und dann sind die verhältnismäßig breiten Ringe bei weitem dichter aneinander gerückt, nur geringe Zwischenräume übrig lassend.

In noch höherem Grade finden wir beide Veränderungen bei Phoca. Die Ringe sind vollständig, liegen sehr dicht beisammen und sind sehr häufig miteinander verschmolzen.

Neben den einfachen Verwachsungen begegnet man in der Luftröhre der wasserbewohnenden Raubtiere einer spiralartigen Anordnung der Luftröhrenknorpel. Bei Lutra und Enhydra wurde sie nur je einmal konstatiert, dagegen konnten bei Phoca, der bei weitem bestangepaßten Form unter den im Wasser lebenden Carnivoren, schon 4 ausgesprochene Spiralbildungen nachgewiesen werden.

Welchen Zweck diese Umformungen für die Wassersäugetiere haben, leuchtet ein, wenn wir bedenken, welchem ungeheuren Drucke die Luftröhre beim Tauchen der Tiere ausgesetzt ist. Sie dienen also dazu, die Luftröhre widerstandsfähiger zu machen, damit diese der Gefahr, zusammengedrückt zu werden, begegnen kann. Daher auch die größere Festigkeit der am Halse außerhalb der Brusthöhle gelegenen Knorpel.

Weniger auffällig sind die Veränderungen, welche sich infolge des Wasserlebens an dem Bronchialbaum der Carnivoren vollzogen haben. Bei Lutra und auch bei Enhydra hat die Umformung

des Thorax, die, wie wir früher gesehen haben, erst geringe Fortschritte gemacht hat, noch zu keiner bemerkenswerten Umgestaltung des Bronchialbaumes Veranlassung gegeben. Erst bei Phoca treten die durch das Wasserleben indirekt hervorgerufenen Veränderungen deutlich in die Erscheinung.

Nach MECKEL [1]) sitzt zwar bei Lutra der ansehnliche, für den vorderen rechten Lungenlappen bestimmte Bronchus so hoch, daß er auf den ersten Anblick aus der Trachea zu entspringen scheint und dadurch Aehnlichkeit mit den Cetaceen hervorruft, allein schon ein oberflächlicher Vergleich des Bronchialbaumes von Lutra mit dem anderer Carnivoren läßt erkennen, daß dies kein durchgreifender Unterschied ist. Bei der Katze und wahrscheinlich noch bei anderen Carnivoren wird ein ebenso hoher Sitz des fraglichen Bronchus beobachtet. Umgekehrt aber findet man auch, daß dieser Bronchus in verhältnismäßig großer Entfernung von der Bifurkation entspringt. Es existiert somit in dieser Hinsicht kein einheitliches Verhältnis innerhalb der Ordnung der Raubtiere. Wahrscheinlich spielt hierbei die Lage des Herzens eine Rolle, das bald weit, bald weniger weit vor der Bifurkation gelegen sein kann.

Bei den Wassersäugetieren erfolgt bekanntlich eine Reduktion des Thorax in seinem vorderen Abschnitte. Dieser Prozeß kann, wenn er weit genug geht, das Herz in der Weise beeinflussen, daß die Herzbasis erhoben und somit die Herzlängsachse aus einer annähernd horizontalen in eine mehr vertikale übergeführt wird. Es ist daraus ersichtlich, daß die Herzbasis und mit ihr die großen Gefäße und namentlich die uns hier besonders interessierenden Lungenarterien bis zu einem gewissen Grade rückwärts bewegt werden. Ich vermute, daß durch die Rückwärtsbewegung dieser Gefäße ein Zug auf die ersten Ventralbronchen ausgeübt wird, wodurch diese gewissermaßen gleichfalls zurückgeschoben werden.

In dem Maße, wie die Ventralbronchen dann rückwärts wandern, rücken Dorsalbronchen, die ihrer dorsalen Lagen wegen von dem Zug der Lungenarterien nicht beeinflußt werden können, vor.

Bei Lutra und Enhydra steht der eben berührte Prozeß im Anfangsstadium und ist noch nicht so weit gegangen, daß er jene Veränderungen am Bronchialbaum nach sich zog. Anders aber Phoca, bei der sich schon ein deutlicher Einfluß in der angegebenen Richtung bemerkbar macht. Beide Lungen des Seehundes sind bereits durch je einen in Höhe der Bifurkation entspringenden,

1) MECKEL, l. c. S. 416.

sog. eparteriellen Bronchus im Sinne Aeby's ausgezeichnet, der nichts weiter als einen über den Ventralbronchus hinaufgeschobenen Dorsalbronchus darstellt.

Eine weitere Veränderung des Bronchialbaumes der wasserbewohnenden Carnivoren hat ihre Ursache in dem Schwund des unpaarigen Lungenlappens, des sog. Lobus infracardiacus. Bei den Landraubtieren ist dieser Lappen gut entwickelt. Infolge Anpassung an das Leben im Wasser bezw. der dadurch bedingten Umformung des Thorax wird der Raum hinter dem Herzen, der der Aufnahme dieses Lappens dient, mehr und mehr eingeschränkt und giebt schließlich mit der eintretenden Verwachsung des Zwerchfelles mit dem Herzbeutel seine Existenz gänzlich auf. Ebenso, wie an dem Lappen selbst, ist auch an dem ihm zur Grundlage dienenden Bronchus, dem sog. Bronchus cardiacus, dieser Prozeß zu verfolgen. Bei Lutra ist der letztere noch gerade so, wie bei den landlebenden Raubtieren, kräftig entwickelt. Neben dem fortlaufenden Stamme, der sich medialwärts etwas nach hinten und gleichzeitig ventralwärts zur linken Lunge hinüber begiebt, findet sich noch ein fast gleichstarker Bronchus, der mehr in der Richtung des rechten Stammbronchus nach hinten verläuft. Bei Enhydra fanden wir bekanntlich schon eine Verkümmerung des fraglichen Lappens, die sich auch in dem zugehörigen Bronchus kundgab. Im allgemeinen war derselbe schwächer entwickelt. Der dem fortlaufenden Stamm bei Lutra und den Landraubtieren entsprechende Ast ist verhältnismäßig schwächlich und steht dem anderen bei weitem an Größe nach. Entsprechend der Verschmelzung, die zwischen dem unpaarigen und dem hinteren Lungenlappen konstatiert wurde, war der ganze Bronchus cardiacus dem rechten Stammbronchus auffällig genähert.

Bei Phoca war es bereits zu einer Verwachsung des Zwerchfelles mit dem Herzbeutel und damit zu einer Verstreichung des hinteren Mittelfellraumes und zu einem Schwund des darin gelegenen Lungenlappens gekommen. Der Träger des letzteren, der Bronchus cardiacus, war daher auch bis auf Spuren geschwunden.

Im übrigen waren am Bronchialbaum der amphibisch lebenden Carnivoren, abgesehen von einer allgemeinen Streckung desselben, Veränderungen, die auf eine Anpassung an das Leben im Wasser zurückzuführen wären, nicht zu konstatieren. Insbesondere möchte ich betonen, daß die bei den im Wasser lebenden Carnivoren beobachtete Verschmelzung der Lungenlappen von keinem Einfluß auf die Gestaltung des Bronchialbaumes ist.

Allgemeine Zusammenfassung des zweiten Teiles.

Suchen wir kurz die Resultate unserer Untersuchungen über den Bronchialbaum zusammenzufassen, so müssen wir zuerst einer Reihe von Veränderungen gedenken, die sich an den Knorpeln der Luftröhre und ihren Aesten infolge der Anpassung an das Leben im Wasser vollzogen haben.

Abgesehen von einer Abplattung, die die Luftröhre der Wassersäugetiere, soweit sie außerhalb der Brusthöhle gelegen ist, durch den auf sie einwirkenden Wasserdruck erfährt, kommt es infolge des Wasserlebens in erster Linie zu einem Schwund des membranösen Teiles, der bei allen landlebenden Carnivoren, auch noch bei Lutra anzutreffen ist. Bei Enhydra und noch besser bei Phoca fehlte er bereits, und desgleichen war er bei allen Walen, die wir betrachten konnten, nicht vorhanden.

Dieses Vollständigwerden der Luftröhrenringe hat offenbar den Zweck, der Luftröhre größere Widerstandsfähigkeit zu geben gegen hohe Drucke, denen jene beim Tauchen der Tiere in große Tiefen ausgesetzt ist. In gleichem Sinne dürften die folgenden näher zu besprechenden Umformungen aufzufassen sein.

Es ist schon im ersten Teil dieser Arbeit darauf hingewiesen worden, daß sich bei allen Wassersäugetieren infolge Anpassung an das Leben im Wasser eine Reduktion der Halswirbelsäule allmählich herausbildet. Sie bleibt nicht ohne Einfluß auf die Luftröhre. Auch diese wird verkürzt. So sehen wir, daß zunächst die von elastischen Membranen ausgefüllten Zwischenräume, welche die einzelnen Ringe voneinander trennen, mehr und mehr sich verringern und schließlich schwinden. Die Ringe werden dadurch einander sehr genähert und verschmelzen sogar miteinander, wie die Befunde bei Lutra, Enhydra, Phoca lehren. Erst bei weiter gehender Verkürzung dürften, nach den Befunden bei den Walen zu schließen, auch die Knorpel in Mitleidenschaft gezogen werden.

Nicht erklärt wird uns durch diesen Verkürzungsprozeß das schon bei Lutra, Enhydra und in stärkerem Maße bei Phoca konstatierte Auftreten spiralartig angeordneter Knorpelreifen, das in noch höherem Maße bei den Sirenen und den Walen beobachtet wird. Bei den letzteren fand ich sie bis tief in die Lungen hinein vor. Unzweifelhaft haben wir es in dieser Einrichtung mit einer direkten Anpassungserscheinung zu thun, die gleichfalls bezweckt, die Luftröhre und besonders die Bronchen gegen hohen Druck

widerstandsfähiger zu machen, sowie die Elasticität der Lungen zu erhöhen.

Nur bezüglich eines Punktes könnte man zweifelhaft sein, ob wir nämlich die ventrale Unterbrechung der Trachealringe bei den Walen als eine Anpassungserscheinung aufzufassen haben. Die wasserbewohnenden Carnivoren gewähren für die Annahme bei dem Mangel ähnlicher Einrichtungen keinen Anhalt. Es ist sehr wohl möglich, daß, wie Dubois [1]) schon ausgeführt hat, diese Verhältnisse ursprüngliche sind, um so mehr als Meckel [2]) angiebt, beim Pekari in Uebereinstimmung mit den Cetaceen einige ventralwärts offene Luftröhrenringe gefunden zu haben. Es kann nach den früheren Erörterungen kaum in Frage kommen, daß diese Ringe nicht wie bei den Cetaceen dorsalwärts geschlossen, sondern offen waren, sahen wir doch, daß sich erst unter dem Einfluß des Wasserlebens die Trachealringe dorsalwärts schließen.

Auch am Bronchialbaum haben sich infolge des Wasserlebens Veränderungen eingestellt. Bevor ich jedoch auf dieselben eingehe, erscheint es für ein besseres Verständnis nötig, einmal den Bronchialbaum im allgemeinen einer kurzen Betrachtung zu unterziehen.

Bekanntlich hat Aeby sogen. eparterielle und hyparterielle Bronchen unterschieden, je nachdem sie vor oder hinter der Ueberkreuzung des Stammbronchus durch die nach dem Herzen hinabsteigende Pulmonalarterie sich befinden. Sie sind nach ihm nicht gleichwertig. Die eparteriellen kommen nur in einer Reihe vor, die hyparteriellen in zweien, von denen eine die ventralen, die andere die dorsalen Bronchen führt. Die eparteriellen Bronchen, denen nach Aeby die größere Bedeutung für die Differenzierung des Bronchialbaumes zukommt, sind ursprünglich an beiden Lungen und zwar immer in der Einzahl vorhanden. Sie können an der einen und dann immer an der linken Lunge, oder an beiden zu Grunde gehen. Demnach hätten wir eine Lunge ohne eparterielle Bronchien als eine sekundäre Form aufzufassen.

Willach [3]) wies zuerst darauf hin, daß eine Gegenüberstellung von ep- und hyparteriellen Bronchen nicht berechtigt sei. Er zeigte, daß da, wo links ein eparterieller Bronchus fehlt, immer

1) Weber, Studien über Säugetiere, ein Beitrag zur Frage nach dem Ursprung der Cetaceen, S. 110—111.

2) Meckel, l. c. S. 387.

3) Willach, Beiträge zur Entwickelung der Lunge bei Säugetieren. Osterwieck 1888.

auf dem 1. Ventralbronchus ein nach vorn strebender Ast vorhanden ist, der zu dem ersten lateralen Ast der linken Lungenarterie in derselben Beziehung steht, wie der rechtsseitige eparterielle Bronchus zu dem ersten Ast der rechten Lungenarterie und wie der linke eparterielle Bronchus anderer Tiere. Er kommt zu der Ansicht, daß die eparteriellen Bronchen nichts weiter als Nebenbronchen der ersten Ventralbronchen sind, die sie verlassen und auf den Stammbronchus bezw. die Trachea hinaufrücken können. Durch NARATH's hervorragende Untersuchungen ist diese Ansicht bestätigt worden.

Da, wie NARATH bewiesen, die Dorsalbronchen ursprünglich aus den Ventralbronchen, gerade so wie die eparteriellen hervorgegangen sind und da diese das Verzweigungsgebiet der Dorsalbronchen haben, so kann man die sog. eparteriellen Bronchen im Sinne AEBY's als die ersten Dorsalbronchen auffassen.

Nach diesen Ausführungen kann es nicht zweifelhaft sein, welche wir als die primäre Lunge aufzufassen haben. Natürlich kann es nur die sein, in welcher der dem eparteriellen Bronchus analoge Ast noch an der ursprünglichen Stelle, also auf dem 1. Ventralbronchus sitzt. Unter welchen Umständen nun das Heraufrücken der Dorsalbronchen aber erfolgt, darüber herrscht bis jetzt noch Unklarheit.

ZUMSTEIN[1]) mißt der Lagerung des Herzens und damit der Lungengefäße eine gewisse Bedeutung für die Entstehung der eparteriellen Bronchen bei. Er zeigte an der Hand eines großen Materials, daß das Herz eine sehr verschiedene Lage bei den einzelnen Tieren haben kann, daß es bald hoch an der Trachea, wie bei den Carnivoren, bald an der Bifurkation und noch tiefer gelegen sein kann. Er beobachtete dann, daß in dem ersten Falle die eparteriellen Bronchen wegfallen. Ich glaube, daß wir mit diesem Umstande in erster Linie auch bei den Wassersäugetieren zu rechnen haben, und daß die Veränderungen, welche sich im Obergeschoß des Bronchialbaumes derselben vollziehen, bedingt sind durch die Lageveränderung, welche das Herz erfährt infolge der mit der Anpassung an das Leben im Wasser einhergehenden Umformung des Thorax.

---

1) ZUMSTEIN, Ueber den Bronchialbaum des Menschen und der Säugetiere. Sitzungsber. der Gesellsch. z. Beförd. der ges. Naturw. zu Marburg 1891.

Bekanntlich erfolgt bei allen Wassersäugetieren im vorderen Abschnitt des Thorax eine Reduktion, die um so stärker entwickelt ist, je weiter die Anpassung vorgeschritten. Bei Lutra und Enhydra machen sich erst die Anfänge dieses Prozesses geltend, der bei Phoca unter den wasserbewohnenden Carnivoren am weitesten ausgebildet ist. Bei den Walen erreicht er entschieden seinen Höhepunkt. Ich vermute, daß dieser Prozeß nun das Herz in seiner Lage beeinflußt hat, indem mit zunehmender Verkürzung des Thorax im vorderen Teil die Herzbasis erhoben und somit die Herzlängsachse aus einer ungefähr horizontalen in eine mehr oder minder vertikale übergeführt wurde. Diese Aufrichtung des Herzens dürfte mit einer Rückwärtsbewegung der Herzbasis und infolgedessen mit einer Verlagerung der Lungenarterien nach hinten verbunden sein.

Ich stelle mir vor, daß diese Rückwärtsbewegung der Lungenarterien, die, vom Herzen aufsteigend, sich vor dem jederseitigen 1. Ventralbronchus an die dorsale bezw. dorso-laterale Seite des Stammbronchus begeben, auch zu einer Verschiebung der Ventralbronchen nach hinten (caudalwärts) geführt hat. Es leuchtet ein, daß wir natürlich eine solche Wirkung von der Verlagerung der Pulmonalarterien nur dann erwarten können, wenn diese genügend tief, in Höhe der Bifurkation oder selbst erst dahinter das Herz verlassen. Darum finden wir bei den Carnivoren, die durch eine lange Brustportion der Trachea und hohe Lage des Herzens ausgezeichnet sind, die fraglichen Veränderungen noch nicht vor. Nur bei Phoca, als der bestangepaßten Form unter den wasserbewohnenden Carnivoren, scheint der Verkürzungsprozeß des Thorax und damit die Verlagerung des Herzens so weit gegangen zu sein, daß die Ventralbronchen zurückgedrängt wurden. In hohem Maße läßt sich dies aber bei den Walen konstatieren. Da sind in den meisten der von uns betrachteten Fällen die Ventralbronchen, wenigstens in der rechten Lunge, die wegen der asymmetrischen Lage des Herzens bezw. des Stammes der Lungenarterie weiter vorgeschritten ist als die linke, über kaum mehr als die hintere Hälfte des Stammbronchus verteilt. Die vordere Hälfte ist also von Ventralbronchen entblößt.

Zum Ersatz für die Beschränkung der ventralen Bronchen auf die hinteren Abschnitte des Bronchialbaums treten nun die durch die Lungenarterien nicht beeinflußten Dorsalbronchen ein. Sie wandern den Stammbronchus hinauf und bedecken die von Ventralbronchen freie Strecke. Der erste von ihnen in der rechten Lunge kann selbst auf die Trachea gelangen.

Phoca ist unter allen Carnivoren in jeder Lunge durch den Besitz je eines eparteriellen Bronchus im Sinne Aeby's ausgezeichnet, der als 1. Dorsalbronchus aufzufassen ist, und der jederseits auffällig hoch, direkt in Höhe der Bifurkation entspringt. Bei den Walen steigert sich die Zahl der eparteriellen Bronchen oder, was dasselbe bedeutet, der über den 1. Ventralbronchus hinausgeschobenen Dorsalbronchen. Bei Balaenoptera rostrata sahen wir an der linken Lunge einen Dorsalbronchus, an der rechten dagegen schon zwei vor dem 1. Ventralbronchus entspringen. Bei Phocaena waren links sowohl wie rechts 2 Dorsalbronchen vor dem 1. Ventralbronchus gelagert, ebenso ist es in der Regel bei Beluga. Bei Hyperoodon und ausnahmsweise auch bei dem Weißwal entspringen an der linken Lunge zwei, an der rechten dagegen aber schon drei Dorsalbronchen vor dem ersten Ventralbronchus. Wir sehen demnach, daß da die meisten Dorsalbronchen vor der Ueberkreuzung des Stammbronchus durch die Lungenarterie liegen, wo die Ventralbronchen am weitesten zurückgeschoben erscheinen. In diesem Verhalten gerade erblicke ich eine Bestätigung meiner vorhin vertretenen Ansicht.

Als Resultat unserer Untersuchungen ist also festzustellen, daß mit fortschreitender Anpassung an das Leben im Wasser die Ventralbronchen mehr und mehr zurückgeschoben werden, und daß an ihre Stelle im oberen Abschnitt der Lungen die Dorsalbronchen treten, welche sich in immer zunehmender Zahl über die ventralen Bronchen hinaus, nach der Bifurkation zu selbst bis auf die Trachea hinauf, begeben.

Neben diesen Veränderungen ist noch einer anderen zu gedenken, die gleichfalls eine Folge der durch das Wasserleben bedingten Umformung des Thorax ist. Unter dem Einfluß des Wasserlebens kommt es, wie im ersten Teil ausführlich auseinandergesetzt ist, zu einem Schwund eines Lungenlappens, des sog. Lobus infracardiacus. Dies äußert sich natürlich auch am Bronchialbaum. Wir sehen, daß der Träger dieses Lungenabschnittes, der Bronchus cardiacus, immer mehr und mehr verkümmert und schließlich bei den Walen ganz schwindet. Bei Phoca, welcher der fragliche Lappen ebenso wie den Walen bereits fehlt, waren noch Spuren des Herzbronchus nachweisbar.

Weitere Veränderungen am Bronchialbaume der Wassersäugetiere konnte ich nicht feststellen. Auch die Verschmelzung der Lungenlappen, die wir bei den amphibisch lebenden Carnivoren beobachteten, hat bemerkenswerte Umformungen nicht zur Folge gehabt.

Tafelerklärung.

Erklärung der Zeichen für Tafel III—IV.

La	Kehlkopf.	*Di*	Zwerchfell.
Tr	Luftröhre.	*st*	Brustbein.
Oe	Speiseröhre.	*J*	Brustbeinausschnitt.
l. L	linke Lunge.	*Msk*	Muskulatur.
r. L	rechte Lunge.	*Ht*	Haut.
Ao	Aorta.	*v. cav*	Vena cava posterior.
C	Herz.	*v. Lp*	vorderer Lungenlappen.
V. az	Vena azygos.	*m. Lp*	mittlerer „
l. az	Lobus azygos.	*h. Lp*	hinterer „
S	Pleurasaum am ventralen Lungenrande.	*l. cav*	unpaariger Lappen.
v. P	vorderer Lungenpol.	*Th*	Thymus.

Tafel III.

Fig. 1. Lunge von einem erwachsenen Braunfisch, $^1/_4$ nat. Größe, von der dorsalen Seite gesehen. Die rechte, wie die linke Lunge zeigt am vorderen Ende je einen kleinen Lappen. Die rechte Lunge ist vom trachealen Bronchus aus aufgeblasen, weshalb nur die Spitze gebläht erscheint.

Fig. 2. Lunge von Phocaena communis, Fötus von 53 cm Länge, $^1/_2$ nat. Größe, von oben (dorsal) gesehen.

Fig. 3. Lunge von Phocaena communis, Fötus von 13,4 cm Länge, nat. Größe, von oben gesehen.

Fig. 4, 5 und 6. Die Lungen der Föten von Phocaena communis von 53, 13,4 und 11,4 cm Länge, von der rechten Seite gesehen, um die Unterschiede in der Richtung der Zwerchfellflächen gegen die Herzflächen zu zeigen. Fig. 4 $^1/_2$ nat. Größe, Fig. 5 und

6 nat. Größe. Fig. 6 ist bei der Lithographie aus Versehen etwas verdreht worden.

Fig. 7. Oberer Teil der Lunge eines erwachsenen Braunfisches, $^{1}/_{2}$ nat. Größe.

Fig. 8. Fötus von Beluga leucas, $^{2}/_{3}$ nat. Größe, rechte Brusthälfte präpariert, so daß Lunge und Luftröhre in ihrer Lage sichtbar werden; ebenso erscheint deutlich der Hals.

Fig. 9. Brustbein von Beluga leucas, Fötus von 24 cm Länge nat. Größe, zeigt auffällige Asymmetrie und die mit *Mh* bezeichneten Muskelhöcker.

Fig. 10. Lunge von Beluga leucas, Fötus von 24 cm Länge, nat. Größe, von oben gesehen.

Fig. 11. Lunge von Beluga leucas, Fötus, von unten und etwas von der Seite gesehen, Pleura entfernt, zeigt Einschnitte, Andeutungen bestandener Lappenbildung, nat. Größe.

Fig. 12. Lunge von Hyperoodon rostr. Fötus, von oben gesehen, $^{3}/_{4}$ nat. Größe.

Tafel IV.

Fig. 13. Lunge von Hyperoodon rostr., Fötus, in Verbindung mit dem Herzen von der rechten Seite gesehen, $^{3}/_{4}$ nat. Größe.

Fig. 14. Fötus von Balaenoptera musculus, 104 cm Länge, rechte Brusthälfte präpariert, um die Lage der Lunge zu zeigen. Der Herzbeutel ist verdeckt von einer Lage grau-rötlichen Gewebes, $^{1}/_{3}$ nat. Größe.

Fig. 15 und 16 stellen die Lungen zweier Föten von 104 und 53 cm Länge, in derselben Lage von rechts gesehen, dar, beide auf $^{3}/_{4}$ nat. Größe verkleinert. Aus der Vergleichung ergiebt sich ein großer Unterschied in der Gestalt, der in phylogenetischer Hinsicht beachtenswert ist.

Fig. 17. Lunge von Balaenoptera musculus, Fötus von 104 cm Länge, $^{2}/_{3}$ nat. Größe, von oben gesehen.

Fig. 18. Brustkorb mit Eingeweiden vom Seehunde, $^{1}/_{4}$ nat. Größe. Die fast verschmolzenen 3 Lungenlappen der rechten Seite sind sichtbar.

Fig. 19. Thorax von Enhydra marina, Fötus, geöffnet, Brustbein abgehoben, um die Lage des Herzens und die Lagerung der Lungenlappen zu zeigen, $^{1}/_{2}$ nat. Größe.

Fig. 20. Lunge von Enhydra marina, von der rechten Seite gesehen, die teilweise verschmolzenen Lappen zeigend, nat. Größe.

Fig. 21. Dieselbe Lunge, von links oben und hinten gesehen, nat. Größe, zeigt die Lappung der linken Lunge und den teilweise verschmolzenen unpaarigen Lappen der rechten Lunge.

Erklärung der Zeichen für Tafel V und VI.

Tr Luftröhre.
r. Stbr rechter Stammbronchus.
l. Stbr linker Stammbronchus.
l. L linke Lunge.
r. L rechte Lunge.
A. p. Arteria pulmonalis.
V. p. Vena pulmonalis.

V I Ventralbronchus I.
V II—V VI Ventralbronchus II —VI.
D I, D II, u. s w. Dorsalbronchus I, Dorsalbronchus II u. s. w.
Br. card Bronchus cardiacus.

Tafel V*).

Fig. 24. Celloidinausguß der Lunge des Fötus von Phocaena communis von 53 cm Länge, nat. Größe. Lungenarterie auch injiziert, von der ventralen Seite gesehen.

Fig. 25. Metallausguß der Lunge eines erwachsenen Braunfisches, 1/2 nat. Größe, dorsale Ansicht.

Fig. 26. Derselbe Ausguß, ventrale Ansicht.

Fig. 27. Bronchialbaum von Hyperoodon mit Wachs injiziert und nachher präpariert, dorsale Ansicht.

Fig. 28. Derselbe, ventrale Ansicht.

Fig. 29. Lunge von Hyperoodon rostr., Fötus, von der ventralen Seite gesehen, Venen und Arterien sind frei präpariert.

Fig. 30. Bronchialbaum von Beluga leucas, Fötus, nat. Größe, nach vorangegangener Wachsfüllung präpariert, ventrale Ansicht.

Fig. 31. Luftröhre von Phocaena communis, erwachsenes Tier 1/2 nat. Größe, dorsale Ansicht.

Fig. 32. Dieselbe, ventrale Ansicht.

Fig. 33. Luftröhre von Balaenoptera musculus, Fötus, 104 cm Länge, 1/2 nat. Größe, dorsale Ansicht.

Fig. 34. Dieselbe, von der ventralen Seite gesehen.

Fig. 35. Luftröhre von Lutra, ventrale Ansicht, Teile aus der Mitte fehlen.

Fig. 36. Dieselbe in dorsaler Ansicht.

Fig. 37. Luftröhre von Phoca vitulina in dorsaler Ansicht.

Fig. 38. Dieselbe in ventraler Ansicht.

Fig. 35—38. Das Zeichen *Vschm* zeigt Verschmelzung bezw. Spiralbildungen von Knorpelringen an.

---

*) Fig. 22 und 23 sind in Wegfall gekommen; aus Versehen wurde die Numerirung der Figuren dieser Tafel nicht geändert.

Tafel VI.

Fig. 39. Bronchialbaum von Balaenoptera musculus, Fötus von 104 cm Länge, $^2/_3$ nat. Größe, ventrale Ansicht.

Fig. 40. Bronchialbaum von Phoca vitulina, Metallausguß, Gefäße mit Celloidin injiziert, dorsale Ansicht.

Fig. 41. Derselbe, von der ventralen Seite gesehen.

Fig. 42. Celloidinausguß des Bronchialbaumes von Enhydra marina, die linke Lungenarterie gleichfalls injiziert, nat. Größe.

Fig. 43. Bronchialbaum von Lutra vulgaris, Celloidinausguß. Die Gefäße sind mit Wachs injiziert und erscheinen daher gegenüber dem Bronchialbaum zu stark, dorsale Ansicht.

Fig. 44. Derselbe, ventrale Ansicht.

Beiträge zur Kenntnis des Urogenitalapparates der Cetaceen.

Von

Wilhelm Daudt

aus Darmstadt.

Hierzu Tafel VII—X und 7 Figuren im Text.

Einleitung.

Das Material zu vorliegender Untersuchung wurde mir von Herrn Professor Dr. W. Kükenthal bereitwilligst zur Verfügung gestellt. Es drängt mich, meinem verehrten Lehrer gleich an dieser Stelle meinen innigsten Dank für die Ueberlassung seines so kostbaren Materials, sowie für die wertvolle Anleitung und Anregung zu meiner Arbeit auszusprechen.

Die größere Zahl der untersuchten Tiere gehörte zur Ordnung der Zahnwale. Es waren zwei männliche Phocaena-Embryonen von sehr verschiedener Größe, mehrere Beluga-Embryonen von annähernd gleicher Länge und ein weiblicher Embryo von Hyperoodon. Außer diesen Föten standen mir noch einige kleinere Embryonen in Schnittserien zur Verfügung, so eine Phocaena-, eine Delphinus-, eine Monodon monoceros- und eine Beluga leucas-Serie. Von Bartenwalen konnte ich 3 Embryonen von Balaenoptera musculus, ferner eine Serie von Balaenoptera rostrata bearbeiten. Außerdem war mir noch die günstige Gelegenheit geboten, meine Studien an 4 erwachsenen, frischen Phocaenen zu machen, die von der zoologischen Station zu Helder in Holland bezogen waren.

Es kam mir bei meiner Arbeit in erster Linie darauf an, die anatomischen Verhältnisse des Urogenitalapparates bei den einzelnen Cetaceen festzulegen, entwickelungsgeschichtliche Thatsachen zu sammeln und zu untersuchen, ob bei diesen Tieren die Anpassung an das Leben im Wasser auch Einflüsse und gegebenenfalls welche auf das Urogenitalsystem ausgeübt hat.

I. Denticeten.

A. Phocaena communis.

Das Urogenitalsystem dieses häufigsten aller Delphiniden ist schon mehrfach bearbeitet; jedoch glaube ich, daß eine aufs neue vorgenommene Untersuchung an dem mir so reichlich zur Verfügung stehenden Materiale nicht überflüssig ist, besonders da ich auch Embryonen zum Vergleich heranziehen kann.

Als Material lagen mir vor: 4 erwachsene Exemplare von Phocaena communis, die sämtlich weibliche Tiere waren, ferner ein männlicher Embryo von 53 cm[1]) Länge, der nicht allzu weit mehr von der Geburt entfernt war, und ein kleiner Embryo von demselben Geschlecht mit 7,1 cm direkter Körperlänge, außerdem noch eine Schnittserie eines männlichen Fötus, der nur wenig größer war als der zuletzt erwähnte.

a) Harnorgane.

Die Nieren werden aus einer größeren Anzahl von einzelnen Renculi zusammengesetzt, eine Eigenschaft, die allen Cetaceen, sowohl Zahn- als auch Bartenwalen, zukommt. Sofort fällt uns bei den erwachsenen Tieren die längliche Form der ganzen Niere auf; es besteht ein greller Unterschied zwischen Längs- und Querdurchmesser des Organes, wie wir einen solchen bei den meisten übrigen Säugern nicht beobachten können.

Folgende Tabelle wird diese Verhältnisse des näheren erläutern:

Direkte Körperlänge	Nierenmaße					
	Länge		größte Breite		größte Dicke	
	r.	l.	r.	l.	r.	l.
Embryo, 7,1 cm lang	8 mm	8,1 mm	5 mm	5,3 mm	3,2 mm	3 mm
„ 53 „ „	6,2 cm	6,4 cm	2,8 cm	3 cm	2,2 cm	2,3—2,4 cm
Erwachsenes Tier, 123 cm lang	13 „	14 „	5,2 „	6,1 „	—	—
Schwangeres Tier, 150 cm lang	15,25 „	17 „	6,24 „	6 „	2,5 cm	2,2 cm

1) Ausführliche Angaben über die Größenverhältnisse der im Laufe dieser Arbeit angeführten Embryonen cf. Kükenthal, Vergleichend anatomische und entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen an Waltieren, Jena 1893, Denkschr. der med.-nat. Gesellsch. zu Jena, Bd. I und II.

Vergleichen wir nun aber die Länge mit der Breite bei den einzelnen angeführten Tieren, so finden wir die interessante Thatsache, daß mit steigender Größenzunahme des Embryos bis zum erwachsenen Tiere der Längendurchmesser der Niere bedeutend dem Querdurchmesser gegenüber zunimmt. Diese Verlängerung der Renes geht Hand in Hand mit der Körperzunahme, ja ist geradezu von derselben bedingt. Das zeigt sich am besten in den Proportionen der Gesamtkörperlänge zur Nierenlänge, die für alle Stadien annähernd gleiche und nur geringen Schwankungen unterworfen sind. So wird nun das Längerwerden der Niere infolge der starken Größenzunahme in der Längsachse des Körpers gewissermaßen auf Kosten des Breitendurchmessers hervorgerufen; da der Nierenmasse durch die benachbarten Organe kein anderer Ausweg bleibt, wird sie somit nach hinten hin verdrängt, in welcher Richtung der Körper ja auch bedeutend zunimmt.

Die Verhältniszahlen sind, wenn wir die Breite der Niere immer gleich 1 setzen und diese Größe mit der Längsachse des Organes vergleichen, von dem kleinsten Stadium angefangen bis zum erwachsenen Tiere, der Reihenfolge der vorstehenden Tabelle entsprechend, für die rechte Niere 1 : 1,6; 1 : 2,2; 1 : 2,5; 1 : 2,4; für die linke 1 : 1,5; 1 : 2,1; 1 : 2,3; 1 : 2,8. Die Proportionen beweisen klar eine in der oben schon bezeichneten Weise stattfindende Wachstumsänderung. Eine kleine Abweichung zeigt sich nur bei der Vergleichung der Zahlen des tragenden Tieres mit dem anderen erwachsenen Wale; doch ist diese wahrscheinlich durch den graviden Zustand bedingt, in welchem das Tier sich bei seiner Erlegung befand; auch die übrige Gestalt der Renes weicht von derjenigen der anderen untersuchten Formen dieser Species ab, worauf ich noch später zurückkommen werde.

Die beiden Nieren haben eine verschiedene Gestalt. Die linke ist länglicher und flacher, während die rechte sich kürzer und gedrungener darstellt. Doch gilt dies nur für die untersuchten erwachsenen Tiere und den nahe vor der Geburt stehenden Embryo, wobei natürlich das Aussehen des Organes bei den einzelnen Tieren individuelle Verschiedenheiten aufweist, die sich sogar in ziemlich weiten Grenzen bewegen können. Bei dem kleinsten Embryo finde ich hingegen, daß die ganze Gestalt der Niere, und zwar hauptsächlich die der linken, mehr bohnenförmig ist, indem wir auf der medialen Seite eine schwach konkave Ausbuchtung bemerken, die wir bei dem stärkeren Embryo und ebenso bei den erwachsenen Phocaenen vergebens suchen. Schon die Verhältnisse

des Längen- zum Breitendurchmesser lassen bei dem in der Tabelle zuerst erwähnten Fötus eine ähnliche Gestalt wie bei den meisten übrigen Mammalien erwarten. Sehr hübsch sehen wir den grellen Unterschied beim Vergleich der Nieren der beiden Embryonalstadien (cf. Taf. VII, Fig. 1 u. 2); bei dem kleinsten Fötus beobachten wir an dem Organe eine starke, lateralwärts gekehrte, konvexe Krümmung, bei dem größeren Embryo hingegen ist die äußere begrenzende Seitenlinie annähernd eine Gerade, und die bei der linken Niere zu bemerkende Knickung der geraden Linie und Abschrägung im vorderen Teile des Organs wurde durch den darauf lastenden Druck des Leberlappens bedingt. Die beiden Nieren stoßen bei dem größeren Embryo und den großen Tieren auf ihren medialen Seiten dicht aneinander und lassen es sogar durch diese Berührung und den gegenseitig ausgeübten Druck zu einer dritten medialen Fläche kommen. Hyrtl erwähnt in seinem Buche über das Nierenbecken der Säugetiere bei Besprechung der Verhältnisse der Wale diese dritte Fläche gleichfalls und legt ihr eine sehr hohe Bedeutung zu, auch möchte er diese Bildung als ein Hauptcharacteristicum für die Cetaceen betrachtet wissen. Hyrtl mag für die Denticeten auch in vieler Beziehung vollkommen recht haben, denn bei den Phocaenen finde ich diese dritte Fläche sehr deutlich ausgeprägt. Nur der in vorstehender Tabelle zuletzt angeführte Wal zeigt zwei Flächen; die Nieren berühren sich zwar noch in der Mitte, lassen aber keine dritte Fläche erkennen. Die abweichende Bildung dürfte jedenfalls durch den starken Druck des schwangeren Uterus bicornis, der die ganze abdominale Gegend einnahm und schon einen kräftigen Embryo von 28 cm Länge enthielt, hervorgerufen sein, wie auch die schwach abweichenden Verhältnisse der Länge zur Breite des Organes aus diesen Umständen abzuleiten sind. Die Nieren wurden durch die den Eingeweiden auflagernde Gebärmutter belastet und suchten infolge der ziemlich freien Beweglichkeit der einzelnen Läppchen einen Ausweg nach der Längs- und Breitenrichtung hin, wie die entsprechenden Zahlen ja auch thatsächlich einen etwas größeren Betrag zeigen, während die Dicke eine so verschwindend geringe ist und kaum eine andere Größe angiebt, als die bei dem nur beinahe ein Drittel so großen Embryo erwähnte (s. Tabelle). Leider ließ ich es außer Acht, die Dicke der Renes bei den übrigen Phocaenen im frischen Zustand zu prüfen, um die Parallele zu ziehen, aber nach späteren an dem konservierten Materiale, das nach der Herausnahme und Konservation natürlich etwas verzogen war, vorgenommenen Messungen schloß ich, daß die Dicke bei dem tragenden

Tiere doch eine geringere war. Der kleinste Embryo wies auch nur zwei Flächen auf, und die beiden Nieren berührten sich eben nur mit ihrem medialen Rande. Um die Gestalt, Nebenniere und Blutgefäße dieses Embryo besser zu zeigen, legte ich die beiden dorsalen Nierenflächen durch geringen Zug in eine Ebene und gab hiervon eine Zeichnung, die von der natürlichen Lage dadurch etwas abweicht (vid. Taf. VII, Fig. 1). Die beiden Renes bilden nämlich mit ihren dorsalen Flächen auf diesem Stadium noch spitze Winkel zur Horizontalen, und zwar macht der linke einen größeren Ausschlag, eine Thatsache, die ich ebenfalls auf der Schnittserie konstatieren kann. Bei dem größeren Embryo und ebenso bei den erwachsenen Tieren bilden die nämlichen Flächen einen kaum nennbaren Winkel mit der Horizontalen. Die beiden dem Rücken zugewandten Flächen sind bei allen Objekten vollkommen eben, die ventrale Fläche beschreibt einen stark konvexen Bogen (Taf. VII, Fig. 2), nur bei dem 7,1 cm langen Embryo ist diese Wölbung eine im Verhältnis geringere. Die größte Dicke des Organes wurde durchgängig annähernd in der Mitte erreicht.

Die Lage der zwei Nieren ist eine ziemlich symmetrische, bei den beiden untersuchten Embryonen fast vollkommen, indem die Organe annähernd auf gleicher Höhe beginnen und enden. Bei den erwachsenen Tieren sind die Lagenverhältnisse, wie auch ihre stärkeren Größenunterschiede (s. Tabelle) ahnen lassen, etwas abgeändert; wir erblicken hier durchgängig die linke Niere etwas über den gegenüberliegenden Zipfel der rechten hervorragen, während das hintere Ende entweder auf der gleichen Höhe endigt oder nur wenig über den hinteren rechten Nierenzipfel hervorsteht. Die Nieren sind beim Oeffnen der Bauchhöhle vollkommen durch die Eingeweide und Leberlappen dem Auge verdeckt. Beide stoßen an das Diaphragma an, ja die linke lagert noch auf eine kleinere Strecke hin der dorsalen Partie desselben auf. Die Hoden liegen bei den embryonalen Stadien zum größten Teile noch auf gleicher Höhe mit den Renes, bei dem kleinsten Embryo decken sie etwa zur Hälfte, bei dem größeren etwas weniger, etwa ein Drittel. Auf den ventralen Flächen haben die Testikel sogar deutliche Eindrücke hervorgerufen, die namentlich bei dem 53 cm langen Embryo gut zu sehen sind (Taf. VII, Fig. 2). Nach Weber's Angaben liegen die Testikel bei den erwachsenen Tieren hinter und schwanzwärts von den Nieren.

Die Nebennieren liegen dem vorderen medialen Rande der Renes mit breiter Fläche an und lagern sich kapuzenartig den

vorderen Kuppen der Nieren auf. Ihre Gestalt ist pyramidenförmig, mit mehr oder weniger abgerundeter Spitze, die aber ständig medialwärts gerichtet ist (Taf. VII, Fig. 1). In den meisten Fällen besitzt die rechte eine deutliche Spitze, während die linke abgerundet ist, in einem Falle aber ist das Verhältnis gerade das umgekehrte, und bei einem anderen Tiere wieder zeigen beide eine Abrundung. Demnach ist die Form auch hier individuellen Schwankungen unterworfen, wie ja auch die Nebenniere bald mehr oder weniger tiefgehende Einschnitte an verschiedenen Stellen ihrer Oberfläche beobachten läßt, die oft auch ganz fehlen. Außer diesen großen Furchen zeigt die Nebenniere auf ihrer ganzen Oberfläche deutliche Felderung in kleinere Läppchen, die schon Cuvier in seinen „Leçons d'anatomie comparée" erwähnt und die Aehnlichkeit dieser Bildung mit den Nieren als einen Grund für die Abstammung der Nebennieren von den eigentlichen Renes glaubte aufstellen zu dürfen. Bei dem kleinsten Embryo nun ist es mir noch vollkommen unmöglich, mit Hilfe der Lupe eine Felderung festzustellen, nur die Oberfläche zeigt sich schwach gekörnelt. Leider waren an dem fast ausgewachsenen Embryo die Nebennieren bei vorausgegangenen Präparationen entfernt worden, und ich konnte mir daraufhin dieses Stadium nicht ansehen, woraus auch eine Lücke bei dem Vergleich der Wachstumsvorgänge der Nebenniere hervorgegangen ist. Die Glandulae suprarenales besitzen nach angestellten Messungen in früher Embryonal-Zeit einen bedeutenderen Umfang als bei den erwachsenen Tieren.

Die Nieren umfassen bei dem kleinsten Embryo und dem erwachsenen Tiere, wenn wir die Wirbel an der entsprechenden Stelle zählen, die gleiche Anzahl, nämlich 7—8. Wir sehen die Nieren an der Zwischenwirbelscheibe zwischen dem 3. und 4. Lendenwirbel beginnen und sich bis zum 10.—11. Lendenwirbel erstrecken. Wir können aus dieser Thatsache folgern, daß bei einem Längerwerden der Wirbelsäule in dieser Gegend auch direkt das Wachstum der Niere und dessen Richtung beeinflußt wird, während wir rückläufig aus dem früher gesehenen starken Längenwachstum der Niere und diesen jetzigen Angaben auf eine erhöhte Verlängerung der betreffenden Lendenwirbel bei der Entwickelung des Tieres, wie ich sie thatsächlich auch zahlenmäßig feststellen konnte, schließen müssen.

Der Bauchfellüberzug erstreckt sich über die renale Medial- und Ventralfläche und befestigt auf diese Weise die Nieren in der Leibeshöhle. Unterhalb des peritonealen Ueberzuges befindet sich

die dünne Capsula fibrosa, die die Nieren umschließt und sich zwischen den einzelnen Läppchen in die Tiefe senkt. Von einer Fettkapsel kann ich keine Spur beobachten. Die Lappung ist schon deutlich bei allen untersuchten Tieren durch das Peritoneum und die fibröse Kapsel hindurch zu bemerken.

Was nun die Anzahl der einzelnen Läppchen betrifft, die die ganze Niere aufbauen, so gehen die Meinungen hierüber sehr auseinander, die meisten Autoren geben als annähernden Wert etwas über 200 Stück an, während Hyrtl eine solche Summe leugnet und als höchsten Betrag 174 von einem Delphinus tursio angiebt, für Phocaena communis verzeichnet er nur 162. Ich prüfe nun die Niere daraufhin und finde schon an der ventralen Fläche einen größeren Betrag, als von Hyrtl für die gleiche Fläche angegeben wird. So zähle ich an der linken Niere des größeren Embryo 128 Stück deutlich getrennte und sichtbare Läppchen, wozu vielleicht annähernd 30 Renculi kommen, die oberflächlich 1 oder 2 ziemlich starke Furchen in die Tiefe zeigen, bei denen es aber noch nicht zu einer vollkommenen Trennung in mehrere Läppchen gekommen ist, indem sie an ihrer Basis durch gemeinschaftliches Gewebe noch miteinander im Konnexe stehen. Fügen wir nun zu dieser Zahl noch die von Hyrtl erwähnten für die Medial- und Dorsalfläche hinzu, so erhalten wir hiermit allein schon über 200. Hyrtl hat aber außerdem vollkommen die Zahl der „latenten Läppchen“ — wie er sie nennt —, d. h. derjenigen Renculi, die in der Tiefe lagern und nicht von der Oberfläche aus gesehen werden, und die nur nach seiner Meinung der ventralen Seite zugekehrt sind, unterschätzt. Ich habe aus diesem Grunde einen Querschnitt durch die Gesamtniere einer erwachsenen Phocaena gegeben (vid. Taf. IX, Fig. 14), der etwa zwischen dem vorderen ersten und zweiten Drittel der Länge durch dieselbe gelegt ist. Hier beobachten wir nun überall 4 Lagen solcher Läppchen, ja an einer Stelle können wir von 5 Lagen reden, natürlich treffen wir an den beiden Enden, wo sich die Nierendicke verringert hat, keine 4 Schichten mehr an. Ziehen wir auch diese Renculi in Betracht, so glaube ich kaum zu hoch gegriffen zu haben, wenn ich die Zahl mit etwa 250 angebe. Vergleichen wir diesen Nierenquerschnitt des erwachsenen Tieres mit dem eines kleinen embryonalen Stadiums (Taf. VIII, Fig. 8), so finden wir die Läppchen, wenn wir überhaupt von solchen schon reden können, da noch keine Sonderung in Mark- und Rindensubstanz eingetreten ist, durchgängig in 2 Lagen angeordnet. Die eine Lage ist dorsalwärts,

die andere ventralwärts gerichtet, und beide sind meist noch durch Bindegewebe miteinander verknüpft. An einigen Stellen bemerken wir aber, so namentlich auf der ventralen Seite, einen Zerfall in 2 Lagen angebahnt, der an einem Läppchen fast schon vollzogen ist, bei anderen eben gerade begonnen hat.

Die Gestalt der Läppchen ist sehr wechselnd, bald prismatisch, bald kubisch, bald cylindrisch, bald kegelförmig. Die von der Außenseite geschauten Flächen sind entweder Drei-, Vier- oder Vielecke oder — wenn auch höchst selten — rund, indem durch den gegenseitigen Druck der einzelnen Läppchen meist scharfe Kanten hervorgerufen werden. Die sichtbaren Flächen zeigen eine nach außen gekehrte konvexe Rundung. Die Oberfläche ist bei den Organen der erwachsenen Tiere vollkommen glatt und ebenso bei dem größeren Embryo, während bei den kleinsten Stadien durch das dichtere Aneinanderlagern von je 3, 4 oder mehr Läppchen zu einzelnen Gruppen das Aussehen der Oberfläche schwach gehöckert erscheint.

Der Durchmesser der einzelnen Renculi, von der Oberfläche aus gemessen, beträgt bei Embryo I im Durchschnitt etwas weniger als 1 mm, als größte Zahl 1,5 mm, bei Embryo II schwankt derselbe zwischen 0,3 und 0,8 cm, bei den vollkommen ausgebildeten Tieren ist die Größe im Mittel 1 cm und steigt bis 1,5 cm an.

Jedes Läppchen setzt sich aus einer dicken Rindensubstanz und einer Marksubstanz, welche mantelförmig von der ersteren umhüllt wird, zusammen. Die von der Marksubstanz gebildete Pyramide ragt mit stark hervorspringender Papille, auf welcher die Harnsammelkanälchen ausmünden, in den trichterförmig erweiterten letzten Endast des Ureters. An der nämlichen Stelle, wo diese letzte Verzweigung des Harnleiters in den Renculus eintritt, sehen wir auch die zu- und abführenden Gefäße in das Nierenparenchym ein- und austreten, und zwar beobachten wir an dem betreffenden Mündungsorte eine kleine Ausbuchtung des Gewebes, einen Hilus. Jedes einzelne Läppchen stellt uns nun aus den oben angeführten Gründen eine Niere im Kleinen dar. Die Richtung der Papillen ist eine sehr verschiedene, meist nach dem Centrum hingewandt, aber auch lateral- und medialwärts, dorsal- und ventralwärts (Taf. IX, Fig. 14) gerichtet. Hand in Hand mit diesem Verlaufe geht auch die Lage der Corticalsubstanz, die wir einmal nach den Außenflächen, das andere Mal gerade der entgegengesetzten Seite zugewandt sehen.

Die Blutgefäße treten bei Phocaena communis etwa zwischen

dem ersten und zweiten Drittel der vorderen Nierenlänge in das Innere ein. Kurz vor dem Verschwinden zwischen den einzelnen Läppchen teilt sich bei einer präparierten Niere die Arteria renalis in 2 ungleich starke Aeste, wovon der schwächere sich nach vorn wendet und sich alsbald wieder in eine größere Anzahl kleinere Zweige spaltet, während der größere und stärkere Ast die ganze untere Region versorgt und in gewissen Abständen wieder Seitenzweige abgiebt. Noch bevor diese Gabelung eingetreten ist, sehen wir auch eine kleinere Schlagader aus der Arteria renalis zur Nebenniere verlaufen. Bei einer anderen, injizierten Niere findet diese oben beschriebene erste Teilung der Arteria renalis schon im Innern der Niere statt, und zwar sendet hier die renale Arterie nur einen kurzen Stumpf nach oben, der sich gleich in kleinere Zweige auflöst (vid. Taf. VII, Fig. 5). Der genauere Verlauf der Venen im Inneren der Nieren konnte leider nicht festgestellt werden, da eine Injektion verunglückte und ein Auspräparieren mit zu großen Schwierigkeiten verknüpft war. Im großen und ganzen laufen die Hauptäste, wie ich bei der Arterienfreilegung feststellen konnte, den Arterienzweigen parallel. Die Vena cava hat sich, wie wir im weiteren Verlaufe der Arbeit bei anderen Walen sehen können, noch nicht beim Abgange der Nierenvenen geteilt, eine solche Gabelung beobachten wir aber bei allen Tieren noch auf der Höhe der Nieren und zwar bei einem konservierten 10 cm langen Organe, 3,6 cm von dessen hinterem Ende entfernt. Die beiden Gabelzweige ziehen dann, dicht aneinander gelagert, abdominalwärts.

Der Ureter ist in der schon verschiedentlich citierten Arbeit Hyrtl's einer eingehenden Beschreibung unterzogen worden, auch sehen wir in dem Werke den injizierten Harnleiter einer korrodierten Phocaena-Niere dargestellt. Die Abbildung ist aber eine so wenig gute und zeigt so wenig von den Verhältnissen, auf die es gerade ankommt, daß ich es für richtig halte, eine neue Abbildung hiervon zu geben.

Hyrtl beschreibt sehr genau die Spiraltour, welche der Ureter bei seinem Eintritt in die Niere zeigt. Eine gleiche Spirale ist auch noch auf der weiteren Fortsetzung des Harnleiters zu bemerken. Von diesem den größten Teil der Niere durchziehenden Harnleiter sollen nach Hyrtl nun in gewissen Entfernungen „größere und kleinere Zweige unter ziemlich rechtem Winkel" abgehen. Die von diesem scheinbaren Ureterstamm sich abspaltenden Aeste treten nun auch fast alle annähernd unter dem erwähnten Winkel aus, nur einer macht eine Ausnahme und dies scheint mir von

großer Bedeutung zu sein, wenn wir uns diesen abweichenden Ast nach Lage und Richtung betrachten. Es ist nämlich der erste Zweig, der den Ureter verläßt, er beschreibt einen kleinen Bogen und wendet sich dann direkt senkrecht nach unten. Nach ganz kurzem Verlaufe sehen wir ihn sich dann wieder in einzelne Zweige gabeln (Taf. VII, Fig. 5). Auf der gleichen Höhe unmittelbar benachbart beobachten wir bei der injizierten Niere einen weiteren, senkrecht abgehenden Ast, der bei einem auspräparierten Ureter noch aus dem eben beschriebenen, nach unten gerichteten Ast entspringt. Hätten wir wirklich, wie Hyrtl will, einen durch die ganze Niere sich erstreckenden Ureter, der von Zeit zu Zeit seitlich senkrecht einmündende Harnkanäle aufnähme, so würden wir Zustände haben, wie wir sie bei den Reptilien mit äußerst langgestreckter Niere antreffen. Dem ist meiner Ansicht nach aber nicht so! Wir haben es hier nur wieder mit Anpassungserscheinungen zu thun, die wir bei diesen Tieren in so hochgradiger Weise überall antreffen. Der ganze obere Ast, der von den Autoren bisher als eine direkte Fortsetzung des Ureters angesehen wurde, scheint mir von der Stelle an, wo der nach unten verlaufende Teil abgeht, dem ersten nach oben gerichteten Gabelungsaste des Ureters bei den übrigen Mammalien zu entsprechen. Und zwar glaube ich dies auf Grund des eben beschriebenen, senkrecht nach unten verlaufenden Calix major annehmen zu dürfen. Sehen wir doch bei allen gelappten Nieren mit ramifiziertem Ureter den Harnleiter kurz nach seinem Eintritt durch den Hilus sich gabelförmig teilen und die beiden als Calices majores bezeichneten Aeste abgeben, wovon der eine die untere, der andere die obere Partie versorgt. Aus diesen Hauptcalices entspringen sodann die Calices primi, secundi, etc. ordinis. Warum sollen die Verhältnisse bei den Walen ganz anders liegen als bei allen anderen Mammalien? Weil es hier vielleicht zu keiner Nierenbeckenbildung mehr kommt oder weil der Ureter dann diese Gabelung schon so bald eingeht?

Was diese Zweifel anbelangt, so bin ich der Ansicht, daß bei Vergleichung mit anderen Säugetieren auch Anklänge, ja sogar Uebergänge gefunden werden können. Dem Fehlen des Nierenbeckens ist keine Bedeutung beizulegen, da dasselbe allgemein bei gelappten Nieren verschwunden ist. Die Teilung des Ureters findet bei Phocaena gewöhnlich etwa zwischen zweitem und letztem Drittel der Nierenhöhe statt, schwankt aber auch, da ich bei einer Niere von 10 cm Länge die erste Abspaltung 4,2 cm vom hinteren renalen Zipfel entfernt sehe. Noch deutlicher ist die Gabelung ziemlich in der Mitte des

Organs bei Beluga und Hyperoodon. Ueberhaupt darf diese Verlagerung der Gabelungsstelle uns nicht wundernehmen, da wir bei vielen Säugern den unteren Ast kürzer als den oberen antreffen und auch das Umgekehrte oft bemerken; der erstere Fall jedoch ist der häufigere. Daß der obere Calix major nun auch an Volum größer ist als der untere, kann uns nicht befremden, da diesem Hauptast auch die größere Aufgabe zufällt, nämlich die ganze Menge Harns der größeren, vorderen Strecke aufzunehmen und in den Ureter abzuführen. Wenn die geäußerte Ansicht sich als die richtige herausstellen sollte, so würden wir hier die gleichen, wenn auch stark abgeänderten, Verhältnisse wie bei den anderen Mammalien antreffen. Etwas wird der Einblick in diese Verhältnisse erschwert durch die große Anzahl der Calices geringerer Ordnung, die nach den einzelnen Läppchen hinziehen.

Die aus den beiden Hauptstämmen annähernd senkrecht hervortretenden Seitenzweige gabeln sich alsbald wieder und diese Gänge ziehen entweder direkt zu den Endbecherchen hin oder verbreiten sich erst nach einem abermaligen Zerfalle in kleinere Aeste zu den Gebilden, in die wir die Nierenpapillen einspringen sehen. Wir können demnach, wenn wir die ersten Gabelungszweige als Calices majores ansehen wollen, außerdem von Calices primi, secundi et tertii ordinis reden. Die Endbecherchen zeigen bald trichterförmige, bald verbreiterte, blattförmige Gestalt, bald sind zwei achterförmig miteinander verknüpft, oder der letzte Ureterast erweitert sich direkt napf- oder schaufelförmig. Die trichterförmigen Erweiterungen zeigen meist schräge, ziemlich steil abfallende Ränder, bei anderen sind diese Gebilde wieder mächtig angeschwollen, die Ränder sind dann wellig, höckerförmig aufgeworfen. Die Aushöhlung besteht nur aus einem undeutlichen Trichter oder einer in der Mitte hinziehenden Furche (Taf. VII, Fig. 5).

Die Ureteren verlassen die Nieren an deren hinteren Enden, bisweilen sehen wir sie, wie bei dem 53 cm langen Embryo, sofort zwischen den einzelnen Renculi verschwinden, bei anderen Tieren wieder eine kleine Strecke frei an der Oberfläche der Nieren liegen, so bemerke ich bei dem einen erwachsenen Wal den Ureter noch 2,2 cm frei an der renalen Oberfläche verlaufen. Der Querdurchmesser des Harnleiters beträgt kurz hinter dessen Nierenaustritt bei dem Erwachsenen 0,5 cm, die Größe ändert sich auf dem weiteren Laufe nicht oder nur wenig. Der Querschnitt zeigt die Schleimhaut in wenig hervorragenden Längsfalten angeordnet, die aber bei den

sämtlichen Embryonalstadien stark in das Lumen einspringen und hier meist fünfstrahlig angeordnet sind. Die Ureterenwandung nimmt von der Niere zur Harnblase hin allmählich an Dicke zu. Die Länge der Harnleiter schwankt bei den untersuchten großen Tieren zwischen 14 und 16 cm. Die Ureteren durchbohren in schiefer Richtung, von vorn nach hinten gerichtet, die Harnblase, und zwar beträgt diese Strecke innerhalb der Wandung bis zur Ausmündung in die Vesica bei einem Tiere 4,8 cm.

Die Vesica urinaria zeigt auch hier wie bei den meisten Cetaceen ein äußerst kleines Volumen im Vergleich zur Größe des Tieres und der mächtigen Nieren selbst; nur BURMEISTER redet bei Zyphiorynchus von „a large size" dieses Organs. Die Harnblase ist je nach dem Zustand, in dem sie sich befindet, von wechselnder Gestalt, im ganzen genommen immer von länglich-ovaler Form. Je nachdem die Blase prall oder weniger stark, oder gar nicht mit Harnflüssigkeit gefüllt ist, sehen wir die Breite des Organs auf der Mitte etwa zwischen 2 und 3 cm und die Länge zwischen 6,7 und 8,5 cm schwanken. Die Vesica zeigt sich bei dem kleinsten, embryonalen Stadium als äußerst schmales, langes Gebilde, nur auf der ventralen Seite etwas vorgewölbt, während sich die dorsale Fläche ziemlich eben zeigt, welch letztere beim erwachsenen Tiere deutlich auch eine konvexe Krümmung aufweist. Die Blase ist sowohl auf ihrer dorsalen wie ventralen Fläche teilweise vom Bauchfellüberzug bedeckt, der sich auf der unteren Fläche nach dem Peritoneum, auf der dorsalen Seite nach dem Rectum oder bei den weiblichen Tieren zum Lig. latum umschlägt. Die beiden Umbilicalarterien sind bei den Embryonen stark entwickelt und deutlich hervorspringend, bei dem entwickelten Tiere dagegen nur als feste massive Stränge seitlich von der Blase zu beobachten. Die Muskulatur zeigt sich bei diesem Harnreservoir äußerst kräftig, und hauptsächlich nach dem vorderen Ende hin bemerken wir eine Dicke von 5 mm, die dann nach hinten hin allmählich abnimmt. Kurz vor dem Blasenhalse ist die vesicale Wandung nur noch 1—2 mm stark, weiter rückwärts nimmt sie dann mit Abnahme des inneren Lumens nach dem Canalis urogenitalis hin wieder an Dicke zu und steigt in letzterem Gange bis zu 3 mm. Die Schleimhaut zeigt sich je nach der vesicalen Füllung sehr verschieden. Einmal bemerken wir bei gefülltem Zustande der Blase nur den vorderen Teil mit Längsfalten besetzt, ein anderes Mal die ganze innere Blasenoberfläche dicht besetzt mit solchen, die wellenförmigen Verlauf haben und

noch durch ähnliche Querfalten verbunden sind, so daß das Ganze, wo die Faltung dicht steht, ein halskrausenartiges Ansehen gewinnt, diese letztere Erscheinung bemerken wir aber nur bei der wenig angefüllten Blase. Von einem Urachusgang ist keine Spur mehr zu sehen, nur seine frühere Lage ist durch eine Grube, die dorsalwärts gerichtet ist, an dem vorderen Blasenende angedeutet; auch zeigt sich die Blasenwandung oberhalb dieser Grube äußerst dünn. Die beiden Ureterenöffnungen liegen an der Uebergangsstelle zum Blasenhalse und lassen hier eine sehr verschiedene gegenseitige Lage erkennen, sie sind bald näher aneinander, bald weiter voneinander entfernt, dies schwankt zwischen 4 und 9 mm. Diese Thatsachen dürften jedenfalls durch die verschiedenen Kontraktionsstadien, in denen sich die Muskulatur des Organs gerade bei den einzelnen Tieren befand, bedingt sein. Die rechte Oeffnung zeigt sich meist deutlich weiter nach vorn gelagert als die linke, beide liegen symmetrisch zur Medianen, nur in einem Falle sind dieselben etwas nach links verschoben. Das Orificium ureteris zeigt sich als ein schräg gerichteter Spalt, der von Schleimhautfalten der Blase zur Hälfte verdeckt wird und damit ein halbmondförmiges Aussehen erlangt.

Der Blasengang setzt sich beim weiblichen Tiere nach hinten hin in die Urethra fort, die nur die geringe Länge von 3,2 cm zeigt, dieselbe mündet dann an der linken Seite der Clitoris auf einer papillenartigen Erhebung nach außen, bei dem männlichen geht das Collum vesicae in den Canalis urogenitalis über, den ich später bei Beschreibung des männlichen Geschlechtsapparats einer näheren Betrachtung unterziehen werde.

b) Männlicher Geschlechtsapparat.

α) Aeußere Organe.

Ein größerer Penisteil steht bei dem kleineren Individuum frei an der unteren Abdominalfläche und wird an seinem Grunde nur von einem schmalen, präputialartigen Saume umgrenzt. Diese Umwallung springt nur wenig mehr als 1 mm über die Bauchoberfläche hervor, während der sichtbar vorragende Rutenteil nahe an 4 mm beträgt. Dieses Verhältnis scheint sich bei der weiteren Entwickelung aber abzuändern, da ich bei Beluga-Embryonen etwa die Hälfte des sichtbaren Penisstückes von diesem Pseudoprae-

putium, wie ich es nennen will, umgeben sehe, auch deuten die noch zu besprechenden Zustände, wie ich sie bei Balaenoptera musculus und wie sie Beauregard et Boulart von Balaenoptera Sibbaldii schildern, auf ein allmähliches Größerwerden der Vorhaut hin. Gestützt wird diese meine Annahme noch durch die trefflichen Abbildungen, die Kükenthal [1]) in seinem Werke von einem Phocaena-Embryo von 3,75 cm und anderen Walföten giebt. Bei dem 3,75 cm langen Fötus sieht man den männlichen Geschlechtshöcker, der außerdem eine nach hinten hin gerichtete Krümmung aufweist, noch vollkommen unbedeckt. Wir würden demnach mit der Ontogenie ein fortschreitendes Vorwachsen dieser Haut bemerken, die dann bei der Penisverlagerung in das Innere der Leibeshöhle mit eingezogen wird. Diesen letzteren Zustand finden wir bei dem fast ausgewachsenen Embryo verwirklicht, wo wir nur noch das vordere Ende der Rute von außen sehen können, während die umgebende Bauchhaut eine zahlreiche Faltenbildung aufweist.

Um nun wieder auf die nähere Beschreibung des Penis und der benachbarten Teile zurückzukommen, so wollen wir zunächst das kleinere Individuum einer Betrachtung unterziehen. Die dorsale Fläche des Pseudo-Praeputiums ist hier der Bauchwand ziemlich nahe anliegend, aber doch scharf gegen dieselbe abgesetzt, die ventrale hingegen geht ohne scharfe Grenze in die nach hinten gerichtete Haut über. Der weitere Verlauf des Rutenkörpers unterhalb der Bauchdecke ist äußerlich noch sehr gut sichtbar, indem die Haut an dieser Stelle eine deutlich hervorspringende Leiste bildet, die sich bis zur Gegend der männlichen Zitzenrudimente hinzieht. Auf der Mittellinie ist noch die Verwachsungsnaht in Form einer Raphe deutlich sichtbar, ja es findet sich an dieser Stelle sogar eine kleine, noch unverwachsene Strecke vor (vid. Taf. IX, Fig. 15). Gleich nach dem Sichtbarwerden des Penis sehen wir denselben eine ziemlich starke Anschwellung bilden, die dann nach dem vorderen Ende hin sich wieder verjüngt; auf dieser vorderen Partie bemerken wir die ventral liegende Harnröhrenöffnung, die verhältnismäßig lang und etwas nach links verschoben ist (s. Taf. IX, Fig. 15). Keine Spur einer solchen Anschwellung bemerken wir mehr bei dem 55 cm langen Embryo, hier läuft der Penis nach vorn gleichmäßig spitz zu und zeigt pfriemenförmige Gestalt. Das Geschlechtsglied selbst ragt hier (vid. Taf. IX, Fig. 16)

1) Cf. Kükenthal, Taf. XIV, XV, XVI und XVIII.

nur noch etwas über 1 cm aus einer annähernd kreisrunden Oeffnung hervor und ist mit seiner Spitze schwach nach links gekrümmt. Die Wandung der Oeffnung senkt sich trichterförmig in die Tiefe, ihre Ränder sind dicht mit Falten besetzt. Von einer Vulva-ähnlichen Spalte, die uns Weber von einer erwachsenen Phocaena schildert, können wir demnach hier noch nicht reden, auch ist von einem stärkeren Hervortreten der seitlichen Wandungen noch nichts zu bemerken. Alle diese Beobachtungen scheinen darauf hinzudeuten, daß wir es bei diesem Individuum mit einem noch nicht ganz vollendeten, aber der Vollendung sehr nahestehenden Prozesse zu thun haben, nämlich der Einstülpung des Penis. Nach der Größe des Tieres zu urteilen, haben wir es hier mit einem der Geburt schon nahestehenden Embryo zu thun und müssen deshalb die Verlagerung des Penis in die Leibeshöhle als eine in der Entwickelung spät auftretende Erscheinung auffassen.

Weber spricht in seiner Arbeit bei Phocaena von einer äußerst kleinen Eichel. Das ließ sich auf einer Reihe von Querschnitten durch das vordere Penisende des größeren Embryo bestätigen, wir sehen eine nur auf eine kurze Strecke von dem Corpus cavernosum urethrae gebildete Glans, während sich nach hinten hin allmählich das Corpus cavernosum penis einlagert, das anfangs noch rings umhüllt ist von dem bedeutend stärkeren, spongiösen Urethralgewebe. Dann aber nimmt das Corpus cavernosum penis auf Kosten des Corpus spongiosum an Ausdehnung zu. Die äußere Urethralöffnung liegt bei dem größeren Embryo etwas von der äußersten Spitze entfernt auf der dorsalen Seite des Phallus, sich schräg von rechts-vorn nach links-hinten erstreckend, und besitzt eine Länge von 1,7 mm, an den Rändern dieser Spalte nun sehen wir, wie überhaupt der ganze vordere Teil der Rute diese Erscheinung zeigt, stärkere Pigmenteinlagerung. Nach dem Hervorziehen des männlichen Gliedes aus seiner „Penistasche" (Bezeichnung nach Weber) finden wir die Oeffnung der Urethra auf der ventralen Fläche gelegen, der Penis beschreibt demnach bei der Ausstülpung eine Drehung in Form einer Spiraltour, was wir auch bei der Verfolgung des Harnsamenganges und der auf dem Rücken des Gliedes hinziehenden Blutgefäße auf ihrem Verlaufe in eingezogenem Zustande beobachten können.

β) Innere Organe.

Das Geschlechtsglied setzt sich bei dem 7,1 cm langen Tiere unterhalb der Bauchdecke in gerader Richtung nach hinten fort und biegt dann nach der Prostata hin nach vorn um. Ein anderes Aus-

sehen bietet uns der größere Embryo, wo wir den Penis in eingezogenem Zustande eine S-förmige Krümmung beschreiben sehen. WEBER giebt zwar schon in seinem Buche eine Zeichnung der betreffenden Verhältnisse dieser Gegend, diese ist aber sehr schematisch gehalten und deshalb scheint mir eine genauere Darstellung am Platze, zugleich sollen mit dieser Abbildung auch die Muskeln und die Lage der Rute anderen Organen gegenüber gegeben werden. Was nun den Einstülpungsprozeß, seine wichtigsten Momente und die damit im Zusammenhang stehenden Muskeln anbelangt, so möchte ich mir die Beschreibung hiervon bis zur Betrachtung der Bartenwale aufsparen, wo die Vorgänge im Prinzip die gleichen sind. Nur will ich an dieser Stelle die Muskeln einer Schilderung unterziehen, die wir in etwas veränderter Form bei den Balaenopteriden wiederfinden werden. So sehen wir die beiden Musculi ischio-cavernosi als äußerst starke, kräftige Gebilde von den Beckenknochen entspringen. Die einzelnen Faserbündel eines jeden Muskels reichen im Verhältnis lange nicht so weit nach vorn als bei Balaenoptera, sind aber um so zahlreicher und zeigen einen kräftig ventralwärts hervorspringenden Muskelbauch (Taf. IX, Fig. 16). Die Fasern selbst inserieren an der fibrösen Umhüllung des Penis. Der Musculus bulbo-cavernosus nimmt hier eine bedeutend größere Strecke ein und dehnt sich viel weiter nach vorn aus, als bei den von mir untersuchten Bartenwalen (cf. Taf. IX, Fig. 16 u. 18). Seine Gesamtlänge beträgt 3 cm, die ihn zusammensetzenden Muskelzüge entspringen von je einem Fortsatze der fibrösen Corpus cavernosum-Umhüllung und ziehen in spitzen Winkeln nach hinten hin, um beiderseits in einer gemeinsamen Raphe in Verbindung zu treten (vid. Taf. IX, Fig. 16). Die beiden Retractores penis liegen eng aneinander geschmiegt auf der unteren Seite der Rute und zeigen ihren stärksten Durchmesser in dorso-ventraler Richtung.

Die anfangs paarigen Corpora cavernosa penis verschmelzen nach kurzem, getrenntem Verlaufe zu einem einfachen Körper, welcher von einer äußerst starken, fibrösen Hülle, die namentlich auf der dorsalen Seite am dicksten ist, umgeben wird. Der in diesem annähernd 1,5 mm starken Mantel eingeschlossene Raum wird von einem sehr weitmaschigen Netzwerk aus elastischen Fasern erfüllt, der sich insgesamt nahezu kreisförmig darstellt und einen Durchmesser von 4 mm aufweist. Der Umfang des Penis beträgt an der Stelle, bis zu welcher wir ihn ausstülpen können, 4 cm. Der Querschnitt des Phallus zeigt sich an seiner Ansatzstelle von ovaler Gestalt, mit dem längsten Durchmesser transversal gerichtet; dieses Bild ändert

sich aber bald nach dem Verschmelzen der beiden Corpora cavernosa penis, indem der Querschnitt sich abrundet. Auf der ganzen vorderen Strecke kehrt sich dann das Verhältnis gerade um; wir bemerken darauf den größten Durchmesser dorso-ventral gerichtet.

Was nun die Hoden anbelangt, so sehe ich dieselben bei dem 7,1 cm langen Embryo mit ihren hinteren Enden schwach nach der Medianen hin konvergieren, ferner erstreckt sich der linke etwas weiter nach vorn als der rechte. Die Richtnng der beiden Testikel von ihrem vorderen nach ihrem hinteren Ende hin ist eine schwach dorso-ventrale. Die Länge der Hoden beträgt annähernd 6 mm; bei einer Breite von etwas mehr als 2 mm und einer ungefähr gleichen Dicke zeigen diese beiden Gebilde eine cylindrische Gestalt. Die Epididymis ist dem Hoden dicht angeschlossen und ist an ihrem vorderen Ende, mit dem sie den Testikel noch überragt, kolbenförmig angeschwollen. Bei diesem Stadium hat der Nebenhoden einen äußerst kleinen Umfang gegenüber dem bedeutend stärker entwickelten gleichen Organe des größeren Embryo. Diese Erscheinung wird dadurch bedingt, daß wir das Vas epididymidis bei dem größeren Tiere eine viel reichlichere Schlängelung innerhalb des Nebenhodens beschreiben sehen als bei einem kleineren in Serie vorliegenden Stadium. Der rechte Hoden war bei dem 53 cm langen Embryo schon weggeschnitten, der linke dagegen noch ziemlich gut erhalten. Die Testikel liegen hier ebenso wie bei dem kleineren Individuum noch eine Strecke weit auf gleicher Höhe mit den Nieren und haben auf letzterer sogar die im vorhergehenden schon erwähnten Eindrücke hervorgerufen. Die Testes sind auf früh embryonalen Stadien im Verhältnis bedeutend größer als auf späteren; wenn wir die Hodenlänge des kleineren mit der des größeren Embryo vergleichen, so finden wir den sonstigen Wachstumserscheinungen nach einen beträchtlichen Unterschied; bei letzterem Tiere beträgt die Länge 3 cm. Das Caput epididymidis überragt den Hoden hier noch etwas mehr als 1 cm. Aus dem vorderen Ende des Testikels sehen wir mehrere Vasa efferentia austreten, um zu den Coni vasculosi der Epididymis hinzustreben, darauf vereinigen sich die gewundenen Kanälchen der Samenkegel innerhalb des Nebenhodenschwanzes zu dem stark geschlängelten Vas epididymidis, das dann außerhalb des Nebenhodens zum Vas deferens wird. Die Epididymis steht in ziemlich dichtem Konnex mit dem Testikel vermittelst Bindegewebes und allem Anschein nach auch einzelner Urnierenkanälchen. Von einer Bursa testis kann hier keine Rede sein. Am hinteren Ende des Nebenhodens sehen wir

dann das Vas deferens austreten, das sofort eine dichte, starke Knäuelbildung, die durch zahlreiche Schleifen des Samenleiters hervorgerufen wird, zeigt (vid. Taf. VII, Fig. 2), um sich dann, nur noch schwach geschlängelt, in leichtem Bogen nach oben zu wenden und darauf der Medianen zuzustreben. Haben sich die beiden Vasa deferentia auf ihrem medialen Verlaufe bedeutend genähert, so biegen sie nach hinten um und ziehen, eng aneinander gelagert, in einem dem Ligamentum latum des weiblichen Tieres ähnlichen Bande eingeschlossen caudalwärts. Zwischen beiden Gängen finden wir noch einen gut entwickelten Kanal eingebettet, den ich nur bis zur Höhe verfolgen kann, wo die beiden Samenleiter auseinanderweichen, um zu den Hoden hinzuziehen. Den gleichen Gang kann ich auch auf der Schnittserie beobachten. Dieser Kanal stellt uns den letzten Rest der verschmolzenen Müller'schen Gänge dar, den Uterus masculinus, der überhaupt bei den Cetaceen als Rudiment noch sehr allgemein angetroffen zu werden pflegt (vid. Taf. VII, Fig. 2). Leider ist der nun folgende Teil des Genitalstranges entfernt, und ich kann die Vasa deferentia erst wieder bei ihrer Einmündung in den Prostatateil, von dem diese Partie gerade noch erhalten geblieben ist, beobachten. Hier zeigen sich die Oeffnungen der Samenleiter als längliche, von der Medianen schief-lateral nach hinten gerichtete Spalte. Die Mündungen liegen auf einer Leiste, die auf der Dorsalwand in den Prostatateil des Harnsamenleiters hervorspringt. Zwischen diesen beiden Mündungsstellen können wir dann auch wieder die Oeffnung der Vesicula prostatica finden.

c) Weiblicher Geschlechtsapparat.

α) Aeußere Organe.

Die äußere Genitalöffnung stellt sich als ein 12—17 cm langer Schlitz dar, der seitlich von den beiden Labia majora begrenzt wird; diese letzteren sehen wir nur wenig durch eingelagertes Fettgewebe aufgeworfen und aus der benachbarten Bauchwand hervorragen. Die beiden Zitzenspalten sind auf der Höhe gelegen, die sich zwischen dem mittleren und hinteren Drittel der Vulvaöffnung erstreckt, und ungefähr 1,5 cm vom inneren Rande der großen Schamlippen entfernt. Die Labia liegen im frischen Zustande ziemlich dicht bei einander und fallen mit ihren seitlichen Flächen steil in die Tiefe ab, der Vagina entgegen. Nach vorn und hinten konvergieren die großen Schamlippen stark und bilden durch ihre Verschmelzung die beiden Kommissuren. Vor der

Vereinigungsstelle der hinteren Kommissur bemerken wir noch den After mit eingeschlossen, während sich in die vordere die weit hervorragende Clitoris einschiebt. Der Kitzler ist reichlich pigmentiert und besitzt die Gestalt einer 3-seitigen Pyramide, auf deren Spitze ein nasenähnliches Gebilde sich befindet, ähnlich wie es Vrolik von einem Hyperoodon darstellt. Diese höckerförmige Bildung ist nun einem ziemlichen Gestaltswechsel unterworfen, indem ich sie bei keinem der 4 untersuchten Exemplare vollkommen gleich an Lage und Aeußerem finde. Die Seitenflächen der Clitoris zeigen ziemlich reichliche Furchenbildung; eine Furche zeichnet sich nun namentlich durch ihre Konstanz und besondere Tiefe aus, wenigstens treffe ich diese deutliche Rinne bei 3 Exemplaren an der gleichen Stelle der rechten Seitenfläche gelagert, bei dem vierten Tiere beobachte ich auf beiden Seitenflächen an dem nämlichen Platze 2—3 kleinere Furchen. Die dritte, dem Vulvalumen zugewandte Pyramidenfläche ist mit zahlreichen kleineren Falten ausgestattet, die nach der Scheide hin verlaufen. Ventralwärts von diesen Falten und dorsalwärts von dem oben beschriebenen Höcker bemerken wir zwei Einsenkungen, von denen die eine blind endigt, die andere sich in die Tiefe erstreckt und den Urethralgang vorstellt; diese Oeffnung liegt meist auf der rechten Seite der Medianen, und nur in einem Falle finde ich dieselbe auf der linken. Von einem die Clitoris bedeckenden Praeputium ist hier nicht zu sprechen; die Labia minora sind wenig entwickelt, wenn wir zwei seitlich vom Kitzler gelegene und etwas stärker hervorragende Falten als solche betrachten wollen. Diese kleinen Schamlippen ziehen nach der Clitoris hin, und strahlen von hier aus auch weiter nach vorn, um dann allmählich auszulaufen.

Die Vulva zeigt an ihrer höchsten Stelle eine Tiefe von etwas mehr als 2 cm. Ihre äußeren Ränder sind noch vollkommen glatt, und nur wenig von der Oberfläche entfernt sehen wir stärkere Falten entspringen, die sich auf die Vagina in konvergierendem Laufe erstrecken. Auf diesen großen, mit breiter Basis aufsitzenden Faltenvorsprüngen bemerken wir einzelne, weniger tiefe und nur kurze Furchen.

β) Innere Organe.

Allmählich verschwinden diese im vorhergehenden beschriebenen Falten im Vaginalteil, und die innere Fläche erhält ein mehr glattes Aussehen, das nur von unregelmäßigen schwachen Rinnen durchfurcht ist, die, teils längs-, teils querziehend, sich unterein-

ander vereinigen oder aber ihren Lauf einzeln in den eben bezeichneten Richtungen nehmen. Nach dem vorderen Ende der Scheide hin beobachten wir, nach verschiedenen Intervallen wiederkehrend, auf der Ventralseite eine in das Lumen einragende Querfaltung, die selbst wieder unregelmäßig wellenförmige Ränder zeigt. Betrachten wir nun auch die Vaginalmuskulatur an diesen Stellen, so bemerken wir dort die Muskelwandung stärker entwickelt. Diese meist nur die ventrale Fläche der Vagina bedeckenden Wülste, die weiter oralwärts aber auch auf die dorsale Wandung übergreifen, sehen wir außerdem noch mit kleineren Längsrillen bedeckt. Von den eben geschilderten Halbringen, die nach vorn hin immer deutlicher in das Innere einspringen, können wir 9—12 zählen. Weiter nach dem Uterus bemerkt man mehrere stärkere Hervorwölbungen, die nach der Dorsalwand hin konvergieren und dort zusammen verschmelzen, um einen geschlossenen Ring hervorzurufen, der das Scheidenlumen an dieser Stelle bedeutend verengert. Bei einem anderen Tiere sind die Verhältnisse gerade umgekehrt, man sieht dort den einfachen Gürtel ventral gelegen, der sich auf der dorsalen Seite der Scheide in einzelne schwächere Vorsprünge auflöst. Auf der jetzt folgenden Strecke bis zum Uterusmunde treffen wir außer diesen noch einzelne geringere Falten, ähnlich den oben beschriebenen, an. Auf diesem Verlaufe hat die Vagina, die ungefähr in der Mitte ihrer Länge die größte Breite mit nahezu 3 cm erreicht hat, nach vorn hin wieder bedeutend abgenommen. Von der Muskelwandung sehen wir annähernd 8 cm von der Vulvaöffnung entfernt einen äußerst starken, ringförmigen Gürtel hervorspringen, der, nebenbei bemerkt, wie alle vorhin aufgeführten Wülste von der festsitzenden Basis zum freien Ende hin von vorn nach rückwärts gerichtet ist; hierdurch wird ein äußerst enger Gang hervorgerufen. Rings um diesen Ring sehen wir die Scheide noch eine kurze Strecke nach vorn ragen und so die Fornix bilden. Die Stärke der Scheidenwandung nimmt von der Vulva nach vorn hin zu und erreicht die größte Dicke in der Nachbarschaft des Os uteri, worauf wir in der Gebärmutter wieder eine Abnahme eintreten sehen. Der Uterus zeigt eine ziemlich gleich bleibende Breite von etwa 1 cm, seine Länge beträgt 2,3 cm, d. h. bis zu der Stelle, wo die beiden Hörner sich abzweigen. Das Corpus uteri ist von 12—15 starken Längsfalten besetzt, die ziemlich weit in die innere Lichtung vorspringen, ähnlich wie wir sie in größerer Anzahl noch bei den Balaenopteriden antreffen werden. Von einer scharfen Abgrenzung des

Körpers von den Hörnern kann nicht gut gesprochen werden, obschon wir eine schwache Zusammenziehung der Cornua, die sich dann auf ihrem Verlaufe wieder etwas erweitern, beobachten können; die Längsfalten nehmen nach den Hörnern hin durch Teilung an Zahl zu. Aeußerlich scheinen die beiden Gebärmutterhörner schon verschmolzen zu sein, während wir im Innern dieselben noch etwa 1,5 cm parallel dicht nebeneinander herlaufend finden. Nach hinten hin wird dann auf dieser Strecke eine Trennung schwieriger gemacht, indem sich schon die Muskelfasern kreuzweise untereinander verwoben haben. Von außen können wir keine deutliche Grenze am Anfang der Oviducte bemerken, innerlich verschmälert sich das Horn nach dieser Stelle hin, und gerade am Anfang teilen sich die Falten, die mit breiter Basis die Cornua uteri durchzogen haben, in mehrere schmale und feinere Fältchen. Darauf sehen wir die Eileiter auf der Höhe der Ovarien mehrere Schlingen beschreiben, deren Schenkel eng aneinander lagern. Abwechselnd springt dann die eine Schlinge dorsal, die nächste ventral aus dem umhüllenden Ligamentum latum vor. Der übrige Teil der Oviducte verläuft darauf meist schwach geschlängelt auf der ventralen Seite des Ligamentum latum hin, um etwa 1,2—1,8 cm vom vorderen Ovariumende in das äußerst starke und weit nach unten reichende Ostium abdominale auszulaufen. Die Länge der Uterushörner beträgt 6—7 cm, ihre Breite 7—8 mm und die Dicke ihrer Wandung 2 mm, welch letztere auf der größten Strecke beibehalten wird, erst nach den Oviducten hin nimmt ihre Stärke ab. Das Ostium abdominale der Fallopi'schen Tuben ist sehr groß. Namentlich konnte ich die Verhältnisse gut an dem Tiere studieren, das den Embryo enthielt, da hier alle mit dem Geschlechtsapparat in Beziehung stehenden Teile mächtig entwickelt sind. Hier finde ich, daß das linke abdominale Tubenende 6,5 cm lang ist, während das Ovarium selbst mit dem mächtig aufgetriebenen Corpus luteum nur 3,5 cm mißt; die rechte Oviductöffnung besitzt eine Länge von 6,3 cm bei einem 2,2 cm langen Ovarium. Natürlich sind bei diesem Individuum auch die Ligamenta mächtig entwickelt, so bemerken wir von dem vorderen Ende des Ovariums ein Band nach dem Ostium hinziehen, während vom hinteren Eierstocksende das Ligamentum ovarii nach dem Uterushorn verläuft, auch das Ligamentum teres uteri ist hier sehr gut zu sehen, das wir bei den übrigen untersuchten Tieren nur schwach angedeutet finden. Die Uterushörner liegen bei dem schwangeren Tiere im Gegensatz zu den übrigen untersuchten Phocaenen noch eine größere Strecke vor den Ovarien. Das Ligamentum ovarii ist nicht von der ventralen Seite

zu bemerken, ebenso nicht das zu dem Tubenende hinziehende Band. Der Rand der Oviductöffnung ist vollkommen glatt und ohne Fimbrien. Die tubenförmige Erweiterung des Eileiters ist mit Fältchen dicht besetzt, die nach dem Eileiter hin konvergieren. Die Falten zeigen sehr unregelmäßigen Verlauf, bald sind sie zickzack-, bald wellenförmig und oft selbst wieder untereinander durch Querfältchen verbunden. In den Oviducten bemerken wir dann die Schleimhaut mit äußerst feinen Längsfältchen besetzt.

Die Ovarien sind bei den nicht graviden Tieren von verhältnismäßig kleiner, länglicher Gestalt und nur wenig mehr als 2 cm lang; ihre Oberfläche ist vollkommen glatt. Die größte Breite nach ihrem hinteren Ende hin beträgt 5—6 mm, die Dicke schwankt zwischen 3 und 4 mm. Der rechte Eierstock zeigt meist eine geringere Länge als die oben angegebene Zahl, die sich auf das linke Ovarium bezieht.

Zusammenfassung.

Mit gesteigertem Körperwachstum treffen wir fast in gleicher Proportion ein größeres Wachstum der Niere in der Längsrichtung, gegenüber einem Zurückbleiben in dem Querdurchmesser. Allgemein scheint Phocaena, wie den Denticeten überhaupt, eine dreiflächige Niere zuzukommen; indessen kann dieselbe unter gewissen Umständen und bei kleinen Embryonen nur 2 Flächen aufweisen. Die Nebennieren sind von wechselnder Gestalt, embryonal von etwas größerem Umfang, ferner zeigt sich ihre Oberfläche bei den erwachsenen Tieren fein gelappt. Eine Capsula adiposa fehlt vollkommen. Die Niere besteht aus etwa 250 Renculi, wovon jedes einzelne Läppchen einer Niere im Kleinen entspricht. Die Verzweigung des Ureter in der Niere weicht zwar auffällig von der der übrigen Säuger ab; doch ist sie bei näherer Betrachtung noch in Einklang zu bringen mit den Verhältnissen der anderen Mammalien. Am vorderen, medialen Ende der Niere bemerken wir einen Blutgefäßhilus. Die Vena cava inferior geht eine Teilung in 2 parallel verlaufende Aeste noch auf der hinteren Nierenhöhe ein. Die Harnblase zeigt im Verhältnis zur Nierengröße nur ein kleines Volumen. Der Urachusgang ist beim erwachsenen Tiere geschlossen.

Die Verlagerung des Penis in die Leibeshöhle tritt erst spät in der embryonalen Entwickelung ein, demnach müssen wir dieselbe, wenn wir das biogenetische Grundgesetz anwenden, als eine Neuerwerbung und zwar als eine erst ziemlich spät erworbene Eigenschaft auffassen. Die Glans penis ist nur klein. Die Vasa deferentia sind in ein dem Lig. latum des weiblichen Geschlechts ähn-

liches Band eingebettet. Die Hoden sehen wir bei den embryonalen Stadien noch eine größere Strecke auf den Nieren auflagern. Ein Uterus masculinus ist noch bei allen untersuchten Tieren anzutreffen.

Die Clitoris besitzt wechselnde Gestalt, ein Praeputium fehlt, und die Labia minora sind, wenn überhaupt als solche anzusehen, nur schwach entwickelt. Der Anus ist noch in die Commissura posterior mit eingeschlossen. Vagina und Uterus zeichnen sich durch dichte Faltenbildung aus. Das Ostium abdominale ist sehr groß. Der Uterus ist wie bei allen Walen bicornis. Die Ovarien sind von kleiner, cylindrischer Gestalt und an ihrer Oberfläche ohne Furchen.

B. Beluga leucas.

Zur Verfügung standen mir mehrere Embryonen zwischen 25 und 30 cm Länge. Eine Untersuchung über das Urogenitalsystem beim erwachsenen Tiere verdanken wir Watson und Young.

Anknüpfend an die Beschreibung des Harn- und Geschlechtsapparates bei Beluga, werde ich in diesem Kapitel Beobachtungen einflechten, die ich an Schnittserien durch Embryonen von Monodon monoceros, Delphinus spec.? (Indischer Ocean) und einem sehr kleinen Delphinus albicans gemacht habe, der ein Delphinide, aber keine Beluga ist, wie seine Musealbezeichnung vermuten läßt (cf. Kükenthal, pg. 233).

Letzterer Embryo ist deshalb besonders wichtig, weil die Anlagen des Urogenitalsystems noch auf einem sehr indifferenten Stadium stehen.

a) Harnorgane.

Die Nieren sind von länglicher, dreiflächiger Gestalt, sie berühren sich in der Medianen nicht, sind jedoch mit den dorsalen Kanten ihrer medialen Flächen sehr nahe bei einander gelegen (vid. Taf. VII, Fig. 3). Der linke vordere Nierenzipfel ragt in den meisten Fällen etwas weiter oralwärts als der entsprechende rechte, während beide Renes annähernd auf der gleichen Höhe enden. Die linke Niere ist 2,7 cm, die rechte 2,5 cm lang. Die größte Breite zeigt das linke Organ ungefähr am Anfange seines letzten hinteren Drittels mit 1,2 cm, das rechte etwa in der Mitte mit 1,3 cm. Vergleichen wir wieder die Breite mit der Länge, so finden wir für links die Verhältniszahlen 1 : 2,3, für rechts 1 : 2. Auch hier treffen wir, wenn wir die Maße Watson und Young's und Struthers' heranziehen, ein gesteigertes Wachstum in der Längsrichtung. Setzen wir die Proportion der entsprechenden Nierenmaße für die von Watson

und YOUNG beschriebene 8 Fuß und 7 $^{1}/_{2}$ Zoll lange erwachsene Beluga leucas an, so finden wir die Verhältniszahlen 1 : 2,8 und für den von STRUTHERS erwähnten 12 Fuß langen Weißwal 1 : 3,1. Die Renes laufen nach vorn spitz zu, während sie hinten mehr abgerundet erscheinen (vid. Taf. VII, Fig. 3); gerade das Umgekehrte sagen WATSON und YOUNG in ihren Untersuchungen von der erwachsenen Beluga aus. Die stärkste Dicke erreicht die linke Niere etwa in ihrer Mitte mit 7 mm, die rechte erst im hinteren Drittel mit 8—9 mm. Die Läppchenbildung der Niere ist bei diesem embryonalen Stadium noch sehr gut und deutlich durch das umhüllende Peritoneum und die Nierenkapsel hindurch zu beobachten.

Die Nieren setzen sich aus einer großen Menge von Renculi zusammen. WATSON und YOUNG geben etwa 400 solcher einzelnen Läppchen an, jedenfalls haben die Autoren hier aber nur die oberflächlich gelegenen Renculi in Anrechnung gebracht. Wir können immer auf der Medianen der Niere nach der Mitte des Organes hin 4, meist 5, ja auch 6 Lagen solcher getrennten, übereinander geschichteten Läppchen zählen (vid. Taf. VIII, Fig. 12). Ganz anders verhält es sich bei kleineren embryonalen Stadien, hier bemerken wir zwar von der Nierenoberfläche schon ziemlich tiefe Einschnitte sich in das Gewebe erstrecken, jedoch ist es hier noch nicht zu einer scharfen Sonderung in mehrere Lagen gekommen, und das Nierenparenchym steht in der Mitte meist durch eine feste Brücke noch in Verbindung (s. Taf. VIII, Fig. 10). Bei dem im vorigen Kapitel erwähnten kleinsten Phocaena-Embryo konnten wir schon deutlich zwei meistens vollkommen getrennte Lagen unterscheiden und an manchen Stellen einen Zerfall in eine dritte Schicht angebahnt sehen (vid. Taf. VIII, Fig. 8). Eine weiter fortgeschrittene Zerklüftung bemerken wir sehr deutlich bei dem Delphinus-Embryo aus dem Indischen Ocean, wo wir die scharf unterschiedenen Nierenläppchen von den von der Nierenoberfläche sich in das Innere begebenden Septa interlobularia rings eingeschlossen finden. Gerade dieses Tier ist so interessant, da wir auch an manchen Stellen, hauptsächlich dorsalwärts, einen engeren Konnex mehrerer Läppchen noch bestehen sehen und wieder an anderen Stellen, hauptsächlich ventral, einen Zerfall in mehrere einzelne Renculi angedeutet finden (s. Taf. VIII, Fig. 11). Einen ähnlichen Zustand, wie den eben geschilderten, vielleicht noch etwas weniger ausgebildet, können wir bei dem in Serie vorliegenden Balaenoptera rostrata-Embryo beobachten (s. Taf. VIII, Fig. 13). So können wir hier stufenweise einen Zerfall des Nierengewebes in eine Reihe

von mehreren Nierenläppchenlagen verfolgen. Zu einer Differenzierung in Mark- und Rindenzone ist es bei allen diesen eben beschriebenen Stadien der Renculi noch nicht gekommen. In den Septa interlobularia bemerken wir die einzelnen Blutgefäß- und Ureterenverzweigungen eingebettet, die mit diesen Bindegewebszügen zu den Renculi hinziehen.

Die Größe der einzelnen Nierenläppchen, die dicht aneinander lagern und dadurch ihr unregelmäßiges, polygonales Aussehen erhalten, ist sehr verschieden. Die stärksten Renculi zeigen einen Durchmesser von 2,2 mm, die kleinsten einen solchen von etwas weniger noch als 1 mm, im Mittel etwa 1,8 mm. Der Bauchfellüberzug erstreckt sich in gleicher Weise bei Beluga, Delphinus und Monodon über die Niere, wie wir es vorher schon bei Phocaena communis sahen. Die Renculi sind in Gruppen von 3—6 Stück dicht zusammengelagert, die auch als solche hervorspringen und dadurch der ganzen Oberfläche ein höckeriges Aussehen verleihen.

Die Nebennieren sind von kleiner Gestalt und liegen in der Nähe der medialen Fläche am vorderen Nierenende. Die linke Glandula suprarenalis endet auf gleicher Höhe wie die Niere selbst, während die rechte noch etwas über den vorderen renalen Zipfel hinausragt.

Die vorderen Nierenenden erreichen nicht ganz den dorsalen Diaphragmazipfel. Die Lage der benachbarten Organe, des Darmes und der Leber ist ganz ähnlich, wie wir es schon bei Phocaena communis sahen. Die Hoden liegen annähernd $^1/_2$ cm unterhalb der hinteren Nierenenden, während bei dem weiblichen Embryo von annähernd der gleichen Größe die Ovarien noch eine Strecke weit mit den Renes auf gleicher Höhe gelegen sind. Die linke Niere erstreckt sich vom vorderen Rande des 2. Lendenwirbelkörpers bis zum 7. Lumbalwirbel, die rechte beginnt auf der mittleren Höhe des 2. Lendenwirbels und endet ziemlich auf gleicher Höhe wie die linke.

Die renalen Blutgefäße treten etwa zwischen erstem und zweitem Drittel in die Niere ein (vid. Taf. VII, Fig. 3). Die Vena cava inferior teilt sich noch auf der vorderen Nierenhöhe in die beiden Kardinalvenen, so daß wir die rechte Vena renalis schon in den entsprechenden Teilungszweig einmünden sehen, während die linke renale Blutader sich noch mit dem unpaaren Vena cava-Stamm verbindet. Anders verhält es sich bei Delphinus spec.?, wo beide Renalvenen noch aus der einfachen unteren Hohlvene austreten; eine Teilung tritt bei diesem Tier erst weiter unterhalb ein, etwas vor der mittleren Nierenhöhe.

Der Ureter tritt als verhältnismäßig weiter Gang auf der Grenze zwischen dem zweiten und dritten Drittel der Niere nach außen, d. h. er wird hier an der renalen Oberfläche sichtbar. Darauf zieht der Harnleiter abdominalwärts zur Harnblase, kurz hinter dem Nierenende sehen wir diesen Kanal noch eine schwach S-förmige Krümmung beschreiben (s. Taf. VII, Fig. 3). Der Ureter verläuft, nachdem er zwischen den Renculi verschwunden ist, noch eine Strecke weit nach vorn, ohne seitlich Aeste abzugeben; erst nahezu in der Nierenmitte teilt er sich, ein stärkerer Ast hiervon zieht senkrecht nach unten, der sich bald darauf gabelt, der andere Ast zieht fast in direkter Fortsetzung des Ureters nach oben und giebt auf seinem Verlaufe wenige seitliche Aeste ab, die sich dann weiter verzweigen (s. nebenstehende Zeichnung). Ganz das gleiche Verhalten weist Monodon monoceros auf, wie sich an einer Serie von Querschnitten durch diese Körperregion konstatieren läßt. Die Vesica urinaria zeigt zahlreiche Längsfalten, die hauptsächlich nach dem Blasenhalse stark entwickelt sind und weit in das Lumen hineinragen.

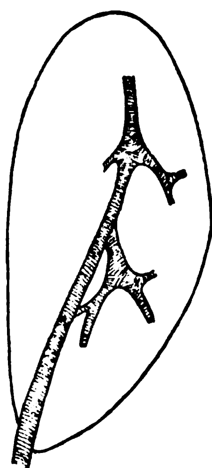


Fig. 1. Nierenumriß eines Beluga leucas-Embryo, $^{2}/_{1}$ vergr., mit eingezeichneter Verzweigung der Hauptureteräste.

b) Männlicher Geschlechtsapparat.

α) Aeußere Organe.

Der frei an der Oberfläche der unteren Bauchwand hervorragende, nicht von dem Pseudopraeputium umhüllte Penisteil beträgt 5 mm. Die Rute spitzt sich konisch zu und ist mit ihrem vorderen Ende schwach nach rechts gekrümmt. Der Phallus wird nahezu zur Hälfte von der vorhautähnlichen Umwallung eingehüllt. Das Corpus cavernosum penis geht fast bis zur äußersten Spitze der Rute.

β) Innere Organe.

Die Samenleiteröffnungen und der zwischen beiden mündende Uterus masculinus liegen wieder auf einem leistenförmig in die Prostatapartie einragenden Kamme. Auch bei den beiden männlichen Embryonen von Delphinus spec.? und Delphinus albicans kann ich einen Uterus musculinus beobachten. Die Vasa

deferentia ziehen wieder, dicht bei einander gelagert, in einem dem Ligamentum latum ähnlichen Bande nach vorn und biegen darauf seitlich nach den Hoden hin um (vid. Taf. VII, Fig. 3).

Die Testikel sind verhältnismäßig groß. Beide sind annähernd gleich stark und etwas mehr als 1 cm lang. Die Hoden sind bei den Embryonen von annähernd 30 cm direkter Körperlänge schon hinter den Nieren gelegen, bei den in Serien vorliegenden männlichen Embryonen dagegen liegen sie noch eine große Strecke weit auf gleicher Höhe mit den Nieren, so bei Delphinus spec.? ungefähr bis zur Hälfte der Niere, bei Delphinus albicans beginnen sie sogar beinahe auf derselben Höhe wie das vordere Nierenende. Der linke Hoden ist bei Beluga leucas etwas weiter oralwärts gelagert; die Testikel konvergieren mit ihren hinteren Enden nach der Medianen hin (s. Taf. VII, Fig. 3). Die Epididymis überragt den Hoden nur wenig und zeigt selbst nur einen geringen Umfang. Anders verhält es sich bei dem 3,75 cm langen Delphinus albicans, woselbst wir die Urniere noch mächtig, seitlich von dem Hoden gelegen, entwickelt sehen (vid. Taf. VIII, Fig. 9). Der Nebenhoden ist bei Beluga leucas dem Testikel dicht angelagert, und unterhalb seiner Serosa sehen wir das reichlich geschlängelte Vas epididymidis, das zum Vas deferens verläuft, hindurchscheinen (vid. Taf. VII, Fig. 3).

Der Hoden wird in der Leibeshöhle durch die Plica diaphragmatica und Plica inguinalis befestigt, diese zieht nach der Inguinalgegend, jene erstreckt sich seitlich von den Nieren noch weit nach vorn (vid. Taf. VII, Fig. 3). Das Ligamentum testis ist deutlich entwickelt.

c) Weibliche Geschlechtsapparate.

α) Aeußere Organe.

Die Labia majora springen noch nicht aus der umgebenden Bauchwand hervor. Die zwischen der vorderen Kommissur des Vulvaspaltes gelegene Clitoris ist bei dem Beluga- und Monodon-Embryo von starkem Umfang (cf. Kükenthal, Bd. II, Taf. 15). Monodon monoceros zeigt etwa auf der Mitte der Clitorislänge eine Anschwellung, auch kann ich bei diesem Embryo auf der dorsalen Seite des Kitzlers eine Furche verlaufen sehen, wie wir sie ähnlich auch bei Hyperoodon antreffen werden. Die Clitoris springt bei den Beluga-Embryonen noch weit aus dem Vulvaspalt hervor und zeigt eine Länge von etwa 4 mm. Das Praeputium ist klein und wird von den beiden Labia minora gebildet, die vor der Clitoris verschmelzen, darauf seitlich von dem Kitzler nach hinten hinziehen und dann gegen

die Urethralöffnung hin konvergieren. In die Commissura posterior schiebt sich von der hinteren Vaginalwand aus eine dreieckige Falte ein. Der After ist bei dem embryonalen Stadium noch nicht mit in die hintere Kommissur eingeschlossen, sondern noch 5 mm von dem hinteren Vulva-Ende entfernt.

β) Innere Organe.

Die Vagina ist gleich von ihrem Anfange an dicht mit Längsfalten besetzt, die, je mehr man sich dem Uterus nähert, an Höhe zunehmen. Oft springen diese Falten auf Ringwülsten in das Vaginallumen ein, wie wir es bei Phocaena schon angedeutet fanden und bei Balaenoptera noch so hochgradig entwickelt antreffen werden (vid. Taf. X, Fig. 25). Ich kann in der Scheide 10 solcher deutlichen Ringfaltenreihen zählen und außer diesen nach der Vulva hingewendet noch 4 weniger hervorspringende und nicht ganz zu einem Ring geschlossene Wülste bemerken. Watson und Young geben bei dem von diesen Autoren untersuchten erwachsenen Tiere 8 solcher Ringe an. Der am weitesten nach vorn gelegene Wulst ist am stärksten entwickelt und bildet den Cervix uteri mit seinem in den Vaginalteil ragenden Gebärmuttermunde. Die Scheide ist dem Uterus gegenüber äußerst lang mit 2,1 cm; der Gebärmutterkörper selbst zeigt nur eine Länge von 3,5 mm. Die stärkste Breite erreicht die Vagina etwa in der Mitte mit 0,6 cm. Eine Grenze zwischen Scheide und Uterus ist auch äußerlich schon als schwache Einschnürung zu bemerken. Die Breite des Uteruskörpers beträgt 4 mm. Die Schleimhaut des Corpus uteri zeigt noch starke Längsfaltenbildung, die bei dem Uebergang zu den Hörnern hin rapid an Höhe abnimmt, so daß wir nur noch äußerst feine Fältchen die Cornua uteri durchziehen sehen. Bei dem Uebergange zum Oviduct nehmen diese Fältchen wieder an Höhe zu und rufen hierdurch eine starke Verkleinerung des Lumens hervor. Die beiden Uterushörner sind bei der Bildung des Gebärmutterkörpers gleichmäßig beteiligt, sie biegen am vorderen Uteruskörperende rasch um und verlaufen schräg von vorn nach hinten, lateralwärts gerichtet. Die Uterushörner sind etwa 1,2 cm lang und 2,5 mm breit, sie biegen dann kurz vor dem Uebergang zu den Eileitern wieder nach vorn um. Die Oviducte sind verhältnismäßig kurz, auf ihrem Verlaufe nach vorn beschreiben sie noch eine Schleife, um dann mit dem Ostium abdominale zu enden.

Die Ovarien konvergieren mit ihren hinteren Enden nach der Medianen hin und sind annähernd 9 mm lang. Die beiden Eierstöcke liegen noch eine kleine Strecke den Nieren auf. An der

Oberfläche zeigen sie schwache, unregelmäßige Furchenbildung, wie ich das Gleiche auch bei Monodon monoceros beobachten kann.

Zusammenfassung.

Die Niere zeigt 3 Flächen. Auch bei Beluga können wir ein gesteigertes Wachstum der Niere in ihrer Längsrichtung konstatieren, wie es schon Phocaena zeigte. Die Zahl der einzelnen Nierenläppchen ist eine größere als bei Phocaena communis. In der Entwickelung des Harnorgans können wir den allmählichen Zerfall in mehrere Läppchenlagen stufenweise verfolgen. Die Niere hat eine schwach höckerige Oberfläche, indem mehrere Renculi immer gruppenweise vereinigt sind. Die Hoden liegen bei etwas größeren Embryonen schon unterhalb der hinteren Nierenenden, während die Ovarien noch eine kurze Strecke weit auf gleicher Höhe mit den Renes verlaufen. Die Vena cava inferior teilt sich schon auf der vorderen Nierenhöhe in die beiden Kardinalvenen. Der Ureter geht seine Gabelung nahezu in der Nierenmitte ein.

Der sichtbare Rutenteil ist annähernd zur Hälfte von dem Pseudopraeputium bedeckt. Ein Uterus masculinus konnte auch bei der untersuchten männlichen Beluga festgestellt werden. Die Hoden sind stark entwickelt. Der Anus ist bei diesen embryonalen Stadien noch nicht in die Commissura posterior der Labia majora eingeschlossen.

Die Clitoris ist gegenüber den anderen benachbarten Teilen bei den untersuchten Embryonen mächtig entwickelt. Ein Praeputium ist vorhanden, aber nur klein. Die Vagina ist stark mit zahlreichen Längsfalten besetzt, die selbst wieder in Ringfalten angeordnet sind. Die Scheide ist sehr lang, während der Uteruskörper nur einen kleinen Umfang besitzt. Die Ovarien sind bei Beluga ebenso wie bei Monodon an ihrer Oberfläche schwach gefurcht.

C. Hyperoodon rostratus.

Von dieser Species lag mir ein weiblicher Embryo von 55 cm Länge vor. Die bedeutenderen Arbeiten über das Genus Hyperoodon sind die Bouvier's, Vrolik's, welch letzterer allerdings nur einen Teil der Geschlechtsorgane in seinem Werke einer Schilderung unterzieht, sowie die Weber's, der gerade hauptsächlich Hyperoodon als Typus bei seiner Betrachtung der weiblichen Geschlechtsorgane der Waltiere gewählt hat.

a) Harnorgane.

Der rechte, obere Nierenzipfel wird nur wenig von dem äußersten Rande des entsprechenden Leberlappens bedeckt, die hauptsächlichste Gestaltsbeeinflussung wird durch den auflagernden Darmknäuel bedingt; auch die linke Niere erfährt durch die Darmschleifen eine kleine Vertiefung auf ihrer medialwärts gerichteten Fläche, aber nicht in dem Maße, wie wir es bei der rechten bemerken, hingegen wird die laterale Fläche durch den auflagernden Leberlappen abgeschrägt, der links viel weiter nach hinten reicht. Der Embryo war auf der mittleren Nierenhöhe links seitlich etwas eingedrückt, und dadurch erfuhr die linke Leber und Niere eine kleine Deformation, wovon auch die auf der lateralen Fläche gelegene leichte Ausbuchtung kommt (s. Taf. VII, Fig. 4).

Die beiden Renes beginnen etwa auf gleicher Höhe und enden auf dieselbe Weise, mit den dorsalen Kanten ihrer medialen Flächen stoßen sie dicht zusammen und sind nur durch das Mesenterium des Enddarmes noch getrennt, während die ventralen Kanten der nämlichen Flächen einen ziemlichen Abstand voneinander zeigen. Die rechte Niere läßt nur zwei deutliche Flächen erkennen, von denen die eine lateral der Rumpfwandung anliegt, die andere medial gekehrt ist und mit der Sagittalebene ziemlich parallel läuft. Die linke zeigt im größeren vorderen Teile drei Flächen, eine der Rückenwand anliegende, eine mediale und eine laterale, welch letztere vom Leberlappen größtenteils bedeckt wird. Nach hinten hin verliert sich diese seitliche Abschrägung, und es macht dem dreiseitigen Querschnitt ein mehr vierseitiger Platz (Taf. VII, Fig. 4). Die stärkste Breite zeigt die rechte Niere in ihrer Mitte, d. h. in sagittaler Richtung gemessen, mit 3,5 cm und hat an der nämlichen Stelle eine Dicke von 1,5 cm, sie hat ferner äußerlich noch vollkommene Bohnenform. Die Niere ist aber nur etwas anders gelagert als bei den übrigen Säugern und zwar in ihrer Richtung verschoben, was durch die Körperform bedingt sein wird; wir beobachten nämlich bei diesem Stadium schon auf der Nierenhöhe eine stark in die Augen fallende kielförmige Gestalt des Rumpfes mit einem sehr großen Sagittaldurchmesser gegenüber einem nur kleinen Transversaldurchmesser. Wir bemerken den sonst nach außen gekehrten renalen Rand hier ventralwärts, den konkaven Rand statt medial dorsalwärts gerichtet (vid. Taf. VII, Fig. 4). Die linke Niere besitzt ihre größte Breite im hinteren Drittel mit ungefähr 3 cm, die nur wenig, bis etwa 2,5 cm nach vorn und hinten abnimmt, die größte

Dicke erreicht das Organ mit annähernd 2 cm etwas unterhalb seiner Mitte. Die Länge beider Renes beträgt 6,5 cm. Vergleichen wir wieder Breite mit Länge, so finden wir für links die Verhältniszahlen 1 : 2,2 und für rechts 1 : 1,9. Auch hier beobachten wir abermals die Thatsache, wenn wir die von BOUVIER angeführten, entsprechenden Maße heranziehen, daß bei der Entwickelung der Längen- dem Querdurchmesser gegenüber bedeutend stärker wächst; das betreffende Verhältnis stellt sich nun bei dem 7,20 m langen Entenwal als 1 : 2,6 heraus.

Die linke Glandula suprarenalis zeigt sich als ein an das vordere Nierenende anstoßendes, nahezu ovales Gebilde, dessen Hauptachse oral-caudalwärts gerichtet ist; sie hat eine Länge von 1,2 cm bei einer Breite von 0,8 cm, die Dicke ist äußerst gering, etwa 1,5 mm. Die rechte Nebenniere ist länglich, bohnenförmig mit konvexem äußeren und geradem inneren Rande und liegt längs der Seitenwandung der mächtigen Vena cava dieser dicht angeschlossen; der Abstand des hinteren suprarenalen Endes vom vorderen, äußersten Nierenzipfel beträgt 4 mm. Die Länge des Organes ist 1,7 cm, bei einer stärksten Breite in der Mitte von 0,6 cm. Die linke Glandula ist nicht so stark nach der Medianen gedrängt und liegt etwas mehr auswärts, die rechte natürlich ragt vermöge ihrer größeren Länge weiter nach vorn als die linke (vid. Taf. VII, Fig. 4).

Der Bauchfellüberzug der Renes zeigt uns bei diesem Tiere eine eigentümliche Anordnung, indem auf beiden Seiten, auf eine

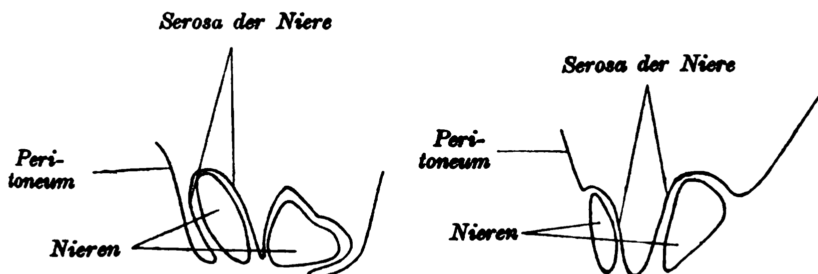


Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 2. Schematischer Querschnitt auf der Höhe des vorderen Nierenendes, um den Verlauf des Peritoneums zu zeigen.
Fig. 3. Die gleiche Darstellung auf der Höhe des hinteren Nierenendes.

Strecke von 4,3 cm rechts und 4 cm links vom vorderen Nierenende, die Serosa sich auch auf die dorsale (links) und laterale (rechts) Fläche der Nieren fortsetzt und hierdurch namentlich rechts eine freiere Beweglichkeit des Organs hervorruft. Auf der hinteren und kleineren Strecke der Niere liegt die dorsale bezw. laterale Fläche der

Rücken- bezw. Seitenwandung des Körpers dicht an, und es kommt nicht mehr zu einem Dazwischenlagern des Peritoneums zwischen Körperwand und Dorsal- bezw. Lateralfläche der Niere, sondern die Serosa erstreckt sich flach links über die renale Medial- und Lateralseite und rechts nur über die Lateralseite hin und geht darauf ohne eine Umschlagsstelle direkt in den Bauchfellüberzug der Leibeshöhle über. Weniger deutlich läßt den zuerst genanten Zustand die linke Niere erblicken, jedoch ist ihre Rückenfläche teilweise von der Serosa überzogen (s. Textfig. 2 u. 3).

Die Serosa ist leicht und in größeren Stücken abzunehmen, schwieriger und, wie Bouvier ganz mit Recht schreibt, mit Gefahr verknüpft, ist die Abnahme der eigentlichen Nierenkapsel, da bei ihrer Wegnahme sehr leicht einzelne Renculi mit herausgenommen werden. Eine dritte Umhüllung, wie wir sie bei den Balaenopteriden noch antreffen werden, war mir nicht möglich aufzufinden; vielleicht hängt sie zu dicht der Capsula fibrosa oder den einzelnen Läppchen an; letzteres möchte ich eher glauben.

Die Nierenlappung ist durch die Serosa und Capsula fibrosa schon deutlich sichtbar. Die einzelnen Läppchen sind hier sehr zahlreich. Jedenfalls sind es viel mehr als bei Phocaena communis und Beluga leucas, wenn auch lange nicht so viel wie bei den größeren Bartenwal-Embryonen. Die einzelnen Renculi haben fast die gleiche Größe wie die bei einem mehr als doppelt so großen Balaenoptera musculus-Fötus. Die Läppchen zeigen sehr verschiedene Gestalt von ihrer sichtbaren Oberfläche aus, sie sind bald rundlich, bald länglich, häufig vielkantig; hier und da kann man auch blattförmig verbreiterte Läppchen beobachten, die nur in Form eines schmalen Streifens von außen zu bemerken sind. Die Oberfläche einzelner Renculi ist noch stark gefurcht, und oftmals ist es sehr schwer, eine bestimmte Grenze zu ziehen, ob ein solches Läppchen einem einzigen oder zweien entspricht. Auf der einen Seite ist das Gewebe durch eine tiefe Furche vollkommen getrennt, während nach der entgegengesetzten Seite eine oder zwei seichte, oberflächliche Rinnen ziehen; das Gewebe steht bei einem anderen Renculus hingegen in der Tiefe noch in engem Konnex, während der gemeinsame Harnsammelkanal sich schon in 2—3 kleinere Aestchen gegabelt hat. Es wird gerade in dem eben geschilderten Zustande ein Zerfall in 2—3 Läppchen eingeleitet. Daß wir es hier gerade mit einer Auflösung und keiner Verschmelzung zu thun haben, lehren uns, wenn wir die Teilung, die wir schon vorhin bei Phocaena, Beluga, Delphinus, Monodon und Balaenoptera beobachtet haben, ganz außer acht lassen wollen, die Größenverhältnisse, die hier zwischen

2 und 5 mm schwanken und im Mittel ungefähr 4 mm betragen. Die Läppchen sind nämlich hier viel zu stark gegenüber den bei dem erwachsenen Tiere beobachteten Größen. Hier kommen uns die Angaben BOUVIER's zu statten, der bei einem 7,20 m langen Entenwahl die stärkste Größe eines Renculus mit 1,5 cm angiebt. Ungefähr das gleiche Maß fanden wir übrigens bei den wenigstens fünfmal kleineren erwachsenen Phocaenen, woran wir auch wieder die im Verhältnis viel geringere Größe der einzelnen Renculi und bedeutend größere Anzahl der Läppchen bei Hyperoodon den Braunfischen gegenüber feststellen können. Ziehen wir einen Vergleich der Länge der embryonalen Niere zu derjenigen des erwachsenen Tieres, die BOUVIER mit 66 cm angiebt, so finden wir das Verhältnis 1 : 10, demnach müßten die Läppchen auch um das Zehnfache gewachsen sein und somit 5 cm betragen, während sie in der That nur 1,5 cm groß sind. Nun hat zwar die Nierenbreite im Verlaufe des renalen Wachstums nicht gleichen Schritt mit dem Längenwachstum gehalten, doch ist der dadurch verursachte Fehler in der Berechnung viel zu unerheblich, als daß man hieraus etwas anderes als einen späteren Zerfall annehmen könnte. Eine Andeutung dazu zeigt ja bereits die Niere des vorliegenden Embryo in der beschriebenen Furchenbildung. Daß wir es hier mit einem Zerfall in einzelne Läppchen und nicht mit einer Verschmelzung zu thun haben, glaube ich auch auf diese Weise bewiesen zu haben.

Die Blutgefäßversorgung der Nieren geschieht durch die Arteriae und Venae renales, die wir als je ein Paar Aeste aus der Aorta und Vena cava inferior austreten sehen; letztere war oberhalb der Nieren stark angeschwollen und verringerte ihren Durchmesser nach unten hin. Auf der Höhe der vorderen Nierenenden teilt sich die Vena cava in 2 ziemlich starke Aeste, die v. BAER als Venae iliacae bezeichnet hat, die seitlich von der Aorta nach hinten verlaufen; die linke Nierenvene mündet gerade an dieser Teilungsstelle ein, während die rechte schon in die vordere Partie des entsprechenden Zweiges eintritt, ähnlich wie wir es schon bei Beluga leucas bemerkt haben und später noch bei Balaenoptera sehen werden. Etwas unterhalb des vorderen Nierenendes bemerken wir also die Venae renales beide ziemlich auf gleicher Höhe abgehen und in schräger Richtung nach hinten zu den Nieren ziehen, um zwischen den einzelnen Läppchen zu verschwinden. Den weiteren Verlauf im Innern der Nieren konnte ich nicht feststellen, da die Gefäße sehr schwer auszupräparieren waren; die stärkeren Aeste schlossen sich jedoch meist den größeren Arterienverzweigungen an, von denen ich eine Abbildung (Taf. VII,

Fig. 6) gegeben habe. Aus der Aorta entspringen nach den beiden Seiten die Arteriae renales, rechts sehen wir nur einen unpaaren Ast ausstrahlen, der bald mehrere kleinere Zweige abgiebt, links hingegen sehen wir außer diesem Hauptast noch eine Arterie etwas oberhalb und dorsalwärts entspringen, die den vordersten Nierenteil versorgt und einen kleinen Zweig nach der Nebenniere hinsendet (vid. Taf. VII, Fig. 6). Die eigentliche Nierenschlagader dringt mit der Vene durch eine hilusartige Oeffnung in das Nierengewebe ein, um hier seitlich kleinere Aeste abzugeben, die sich dann öfters teilen und deren kleinste Zweige darauf die einzelnen Renculi versorgen. Die Arterie liegt dorsal und lateralwärts vom Ureter und dessen Verzweigungen (Taf. VII, Fig. 6). Eine weitere Beobachtung kann ich an der Aorta machen, welche auf dem hinteren Drittel der Nierenhöhe einen Ast abgiebt, der nach rechts verläuft und an der gleichen Stelle, wo wir den Ureter von der Nierenoberfläche verschwinden sehen, mit zwischen die Läppchen eintaucht.

Was nun den Harnleiter anbetrifft, so bemerken wir hier Zustände, welche in ähnlicher Weise auch bei anderen Säugetieren mit gelappten Nieren gefunden werden.

Die linke Niere zeigt den Ureter in einer Länge von etwa 3 cm noch frei auf ihrer Oberfläche verlaufend. Der Harnleiter zieht dabei in der Nähe der hinteren ventralen Kante der medialen Fläche hin und biegt mit der Richtung dieses Flächenrandes nach der Medianen. Sodann wendet sich der Harnleiter, was wir in der gleichen Weise auch bei dem rechten Ureter beobachten können, auf eine Strecke von etwas mehr als 1 cm schräg nach außen, um darauf im jähen Bogen umzubiegen und, dicht an den eben besprochenen Schenkel angelagert, 1,2 cm medialwärts zu verlaufen (s. Taf. VII, Fig. 6). Danach zieht der Kanal endgiltig nach hinten, stark der Medianen genähert, so daß beide Ureteren nur wenig mehr als $^1/_2$ cm voneinander getrennt sind (vid. Taf. VII, Fig. 4), ein Befund, der vollkommen abweicht von den bei den übrigen Cetaceen konstatierten Verhältnissen. Bei der rechten Niere versinkt der Harnleiter früher zwischen den Renculi und zwar nach ungefähr 1,5 cm sichtbarem Verlaufe schräg in das Innere eindringend, bei der linken hingegen biegt der Ureter jäh in die Tiefe unter einer Winkelbildung von annähernd 90°. Der Harnleiter zeigt sich auf seiner sichtbaren Strecke als dickwandiger Gang, der die Stärke seiner Wandung bei seinem Verlaufe in das Innere der Niere rapid verringert. Nachdem wir den linken Ureter von der Nierenoberfläche verschwinden sahen, be-

merken wir denselben 2,6 cm vom hinteren renalen Ende zwischen den Läppchen angeschwollen; von dieser Stelle nun gehen 2 starke Aeste ab, von denen der eine direkt nach unten verläuft, der sich dann nach kurzer Strecke wieder gabelt und kleinere Seitenzweige aussendet, der andere wendet sich nach oben, zerfällt aber sofort in 2 Aeste, von denen der eine weiter nach vorn, der andere schräg seitwärts gerichtet ist. Beide lösen sich dann weiter in kleinere Zweige auf (vid. Taf. VII, Fig. 6). In ganz ähnlicher Weise kann ich in der rechten Niere den Ureterverlauf verfolgen. Der Harnleiter durchzieht, von der medialwärts gerichteten Kniebildung an gemessen, nach hinten eine Strecke von 3 cm, biegt darauf um und verläuft in gerade umgekehrter Richtung, schräg ventralwärts gewendet, nach der Vesica urinaria hin und verschwindet nach etwas mehr als 2,5 cm in der dorsalen Blasenwandung. Der Ureter durchbohrt die Wand nicht in schräger Richtung, sondern biegt, einmal eingedrungen, plötzlich senkrecht ventralwärts nach dem Blasenlumen hin, um hier, wie wir gleich noch bei der Betrachtung der Blase sehen werden, auf einer Papille auszumünden.

Die Länge der eigentlichen Harnblase beträgt 3,5 cm, die stärkste Breite ungefähr in der Mitte 1,6 cm, seitlich sehen wir wieder die Umbilicalarterien zum Nabelstrang verlaufen. Die Ventralfläche der Vesica ist wieder annähernd plan, während die dorsale Wand als gewölbt zu denken, im Präparate (cf. Tafel VII, Fig. 4) aber kollabiert ist. Die Grenzen der Blase äußerlich zu bestimmen, dürfte kaum möglich sein, beim Oeffnen hingegen werden die beiden Enden deutlich durch Stärkerwerden der Muskelwandung gekennzeichnet, indem oben die beiden Umbilicalarterien mit ihrer an dieser Stelle äußerst dicken Muskelumhüllung den Blasenraum einengen und nur dem Durchtritt des Urachusganges noch Raum lassen. Die vesicale Wandung ist im großen und ganzen dünn. Nach hinten hin nimmt sie lateral und dorsal allmählich an Dicke zu. An der stärksten Stelle springt die Wandung stark in das Blasenlumen ein, und von dieser Stelle ab beginnt die Urethra, die bis zu ihrer äußeren Oeffnung eine Länge von 6,7 cm zeigt. Gerade an dem eben besprochenen Uebergangspunkte bemerken wir die Ureteren in die Blase münden, die beide auf je einem höckerartigen Wulste gelegen sind. Jede Oeffnung ist elliptisch und zeigt einen von hinten nach vorn und äußerst schwach dorso-ventral gerichteten Verlauf. Von einer Klappenbildung oder einem ähnlichen Verschluß durch die Schleimhaut finden wir keine Andeutung. Die beiden Höcker, worauf die

Ureteren münden, lagern bei ungeöffneter Blase dicht aneinander. Die linke Einmündungsstelle ist etwas weiter oralwärts gelegen, als die der rechten Seite. Die Dicke der Blasenwandung beträgt auf der dorsalen Schnittfläche, etwa in der Mitte des Organs gemessen, 1 mm, die ventrale Wand ist etwas dicker und zeigt an der entsprechenden Stelle ungefähr 2 mm. Die innere Blasenschleimhaut ist zum größten Teile annähernd glatt, nur äußerst schwache Fältchen durchziehen dieselbe in ziemlich unregelmäßigem Verlaufe, erst nach dem Urachusgang hin bemerken wir einige deutlichere Falten mit breiter Basis aufsitzend und nur wenig in das Lumen einspringend. Die Falten setzen sich auch noch auf den Allantoisgang, der noch weit offen ist, innerhalb des Nabelstranges fort. Am hinteren Ende der Blase dagegen erheben sich 4 deutliche Falten an der ventralen Wand, die auf ihrem Verlaufe nach der Urethra hin allmählich an Höhe abnehmen und kurz nach ihrem Eintritt in die Harnröhre sich gabelspaltig teilen. Diese äußerst feinen Fältchen, wozu noch andere dazwischen gelagerte und von diesen wieder sich abzweigende hinzukommen, durchziehen die Urethra und verleihen ihr ein fein längsgestreiftes Aussehen. Auch von dem aboralen Rande der Ureterpapillen geht je eine Falte ab, die sich aber fast unmittelbar in zwei feinere Zweige gabelt.

b) Weiblicher Geschlechtsapparat.

α) Aeußere Organe.

Vrolik giebt in seiner Arbeit eine gute Abbildung der äußeren Organe, die Zeichnung Bouvier's hingegen stellt die Verhältnisse recht unbestimmt dar und ist etwas allzu schematisch gehalten und kaum in Einklang mit seiner Beschreibung dieser Teile zu bringen.

Die Vulva zeigt eine Länge von 1,1 cm. Die Zitzenspalten liegen mit ihren hinteren Enden auf der Höhe der hinteren Vulvakommissur und sind etwa 0,7 cm vom lateralen Labialrande entfernt. In der Commissura posterior der großen Schamlippen treffen wir auf diesem Stadium den Anus noch nicht eingebettet, sondern beide noch annähernd 1 cm voneinander getrennt (vid. Taf. IX, Fig. 17), während Vrolik und Bouvier denselben bei den erwachsenen Tieren schon zwischen die beiden Labia majora eingelagert zeichnen. In der Commissura anterior finden wir die noch weit aus der Vulvaöffnung hervorragende Clitoris. Von einer sich in die hintere Kommissur einschiebenden Falte, wie es von den oben bezeichneten Autoren erwähnt wird, treffen wir hier noch keine Spur an. Die Clitoris ist an ihrer Ansatzstelle kolbenförmig angeschwollen und spitzt sich nach

ihrem hinteren Ende hin rasch zu. Das sie nur an ihrer Wurzel bedeckende Praeputium ist sehr klein. Auf der der Scheide zugekehrten Fläche des Kitzlers treffen wir ungefähr von dem vorderen hervorspringenden Zipfel an eine seichte Rinne, die sich dorsalwärts erstreckt (s. Taf. IX, Fig. 17). Weber spricht bei einem erwachsenen Tiere von einer blind endigenden Grube an der nämlichen Stelle. Etwas vor dem vorderen Ende dieser Furche setzen sich seitlich mit breiter Basis die beiden Labia minora an, die schräg nach vorn zu den inneren Rändern der Labia majora hin verlaufen, um dann in diese überzugehen. Die ganze Vulva zeigt sich als ein wenig breiter Spalt, der auch bei der künstlichen Dehnung eine Vaginalöffnung nicht erkennen läßt, indem die umgebenden Falten und die Vulvawandungen einen dichten Verschluß bewirken; erst beim Nachgehen der nach der Scheide hin konvergierenden Falten mit einer Sonde finden wir den Scheideneingang ganz leicht und auch sehr dehnungsfähig vor. Auf der dorsalwärts von dem Kitzler gelegenen Vulvastrecke sehen wir tiefe Rillen in den großen Schamlippen gelegen, die alle schräg nach der Vaginalöffnung verlaufen. Dorsalwärts von der Clitorisbasis bemerken wir 2 Falten, die nach der Vaginalöffnung hin konvergieren und zusammen verschmelzen, zwischen ihrer hinteren Kommissur nun liegt die Urethralöffnung (vid. Taf. IX, Fig. 17). Die Tiefe der Vulva ist noch sehr gering, kaum etwas mehr als 3 mm.

β) Innere Organe.

Die Länge der Scheide beträgt 5,8 cm. Wir sehen von der Vulva aus einige (8—10) breite Falten, die auf ihrer Oberfläche wieder fein gerieft sind, in die Vagina übergehen, die Falten sind mit ihren freien Enden seitlich und zwar nach der Medianen hin umgebogen. Nach etwa 8 mm teilen sich diese gabelspaltig und zerfallen in eine große Anzahl feinerer Längsfältchen, die nach vorn ziehen und mit ihrem freien Ende dem Lumen zugekehrt sind, sie besitzen anfangs nur eine geringe Höhe, nehmen aber nach etwa 2 cm allmählich zu und lagern dann auch dichter aneinander, indem der Querdurchmesser der Vagina sich mehr und mehr nach vorn hin vermindert hat. In gewissen Abständen sehen wir in der Vagina wieder hervorspringende Zonen dicht mit Falten besetzt, die teils ringförmig geschlossen, teils nur auf eine Strecke weit in die Scheide einspringen, ähnlich wie sie Vrolik in seiner Zeichnung giebt. Diese Bildung wird hier durch Faltung in der vaginalen Wand hervorgebracht, indem der eine Teil nach dem Lumen hin eingesunken, der darauf folgende nach außen gekehrt ist. Dadurch springen die Schleim-

hautfalten abwechselnd auf wulstförmigen Ringen in das Lumen ein, um gleich darauf wieder in einer Rinne zu verlaufen. Dehnen wir nun die Wandung, so verschwinden die Wülste, und die Längsfalten verlaufen dann in gerader Linie durch die Scheide. Etwas über 4 cm vom Anfange der Vagina sehen wir diese sich kanalförmig verengern und an Dicke der Wandung bedeutend zunehmen. Auf der vorderen Strecke der Scheide bis zur Uterusöffnung sehen wir die Vaginalmuskulatur sich abwechselnd gürtelförmig verdicken und wieder abnehmen. Auf diese Weise springen nun in gewissen Abständen Wülste nach dem Lumen ein, worüber sich die Schleimhautfalten, die mittlerweile an Höhe zugenommen haben, erstrecken. Es wird dadurch ein ähnliches Bild hervorgerufen, wie wir es noch bei dem weiblichen Balaenoptera musculus in so typischer und reicher Weise antreffen werden (conf. Taf. X, Fig. 25). Wir können hier 4—5 solcher Wülste unterscheiden.

Nicht ganz 6 cm von dem Scheidenanfange entfernt beginnt nach dem letzten Querringe der Uterus, der noch eine Länge von 1,1 cm besitzt. Nach dieser Strecke teilt sich der Gebärmutterkörper in seine beiden Hörner, die hier noch gleichen Anteil an der Uterusbildung besitzen und keineswegs das Verhältnis zeigen, wie wir es später bei den Balaenoptera-Arten antreffen werden, und wie es Bouvier auch von einem erwachsenen Hyperoodon schildert, wo das rechte Horn gewissermaßen auf das linke aufgepfropft sein soll. Die Gebärmutter ist noch mit mehreren (etwa 12) Längsfalten besetzt, die, von den hinteren Ringen kommend, eine Strecke weit das Corpus uteri darchlaufen, während der vordere Uterusteil und ebenso die beiden Hörner vollkommen faltenfrei sind. Wir treffen die beiden Cornua annähernd $^1/_2$ cm entfernt aneinander gelagert, ohne jedoch zusammen verschmolzen zu sein, während es von außen einen solchen Eindruck macht.

Die Uterushörner ziehen in stark nach vorn gerichteten, konvexen Bögen lateralwärts, die dann plötzlich nach vorn biegen, um, etwa auf derselben Höhe wie das vordere Uteruskörperende, in die Ovidukte überzugehen (vid. Taf. VII, Fig. 4). Die Länge der Cornua uteri beträgt, ihren Kurven nachgemessen, links 3,3 cm, rechts 3 cm. Die Hörner zeigen in kollabiertem Zustande eine größte Breite ungefähr in ihrer Mitte mit etwa 0,7 cm, gegen den Uterus und die Eileiter nehmen sie etwas an Breite ab. Zwischen dem Uterushorn und dem Ovidukt sehen wir 2 kolbenförmige Gebilde in das Lumen einspringen, die nach dem Eileiter hin den Gang bedeutend verengern und eine deutliche Grenze, die wir auch schon äußerlich durch eine Einschnürung bemerken können, bilden helfen. Der

Eileiter beschreibt darauf mehrere Schleifen mit abwechselnd dorsal und ventral aus dem Ligamentum latum hervorspringenden Knieen, wie wir es bereits bei Phocaena sahen. Oralwärts erweitert sich jede Tuba Fallopii wieder zu einem großen Ostium abdominale, das schon einen mächtigen Umfang besitzt; einer Zahlenangabe jedoch möchte ich mich enthalten, da die äußeren Ränder bei dem konservierten Materiale fest zusammengeklebt sind, und bei der Oeffnung und Trennung ein Versehen nicht ausgeschlossen ist. An den Rändern dieser Erweiterung kann ich keine Spur einer Fimbrienbildung beobachten. Die einzelnen Windungen des Eileiters sind durch kurze Ligamente befestigt, die eine Strecke über die Ovarialtasche verlaufen und nach dem unteren Ende der Tubenöffnung konvergieren. Uterus, Cornua uteri und Ovidukte sind von dem Ligamentum latum eingehüllt, das nach dem Rücken hin umbiegt und vor dem Ovarium nach vorn hin als Plica diaphragmatica zieht. Zuvor sehen wir vom breiten Mutterband noch eine Duplikatur medialwärts abgehen, die nach dem Ovarium verläuft, wodurch es zur Bildung einer Bursa ovarii kommt. Diese abgespaltene Falte versenkt sich in den hilusartigen Einschnitt des Eierstockes. Das Ovarium ist vollständig frei an dem eben besprochenen, vom Ligamentum latum abgehenden Bande befestigt, ein Zustand, den ich übrigens bei allen untersuchten Tieren finde; es ist mir absolut unmöglich, „a delicate arched covering or pavillon, which overarches the ovary", wie Murie von einem Globicephalus aussagt, festzustellen. Sogar bei der trächtigen Phocaena konnte ich noch nicht einmal einen Eindruck im Ligamentum latum oder sonst eine Spur finden, die zu einer ähnlichen Schilderung Veranlassung hätte geben können. Das oben schon erwähnte Zwerchfellband ist bei diesem Tiere sehr deutlich zu beobachten und erstreckt sich sehr weit nach vorn hin, rechts ist es noch deutlich bis zum vorderen Drittel der Nierenhöhe, links etwa bis zur Hälfte der Nierenhöhe sichtbar (s. Taf. VII, Fig. 4). Das Ligamentum teres uteri ist bei diesem Tiere nur wenig ausgebildet. Vom vorderen Ende des Ostium abdominale sehen wir einen Zipfel nach dem vorderen Ovarialende ziehen, ebenso verläuft das Ligamentum ovarii vom hinteren Eierstocksende zum Uterushorn. Das oben schon besprochene breite Mutterband zeigt eine Dicke von 2 mm.

Die Ovarien sind von länglicher, ovaler Form und außerordentlich groß, finde ich doch eine Länge von 2,1 cm bei einer Breite von 0,9 cm, eine Stärke, wie ich sie nicht bei den erwachsenen Phocaenen beobachten konnte. Die Eierstöcke sind in dorso-

ventraler Richtung abgeplattet, und ihre Oberflächen mit tiefen Furchen bedeckt (vid. Taf. VII, Fig. 4). Obgleich dies im Gegensatz mit der Bouvier'schen Beschreibung eines erwachsenen Tieres steht, bei dem das Organ vollkommen glatt sein soll, haben wir es dennoch bei dem von mir untersuchten Embryo mit einer deutlichen Furchung, die keineswegs durch eine Schrumpfung des Gewebes bedingt sein kann, zu thun.

Zusammenfassung.

Die beiden Nieren sind symmetrisch gelagert. Die rechte Niere zeigt nur zwei Flächen, während die linke wieder deutlich drei Seiten unterscheiden läßt. Auch hier können wir konstatieren, daß der Längendurchmesser der Niere bei der Entwickelung bedeutend stärker wächst als der Querdurchmesser. Die Glandulae suprarenales haben eine äußerst starke Längsachse. Die Serosa der Niere zeigt Andeutungen, wie wir sie später so hoch entwickelt bei den Mysticeten antreffen werden. Die Nierenlappung ist schon äußerst stark entwickelt und vollkommen abweichend von den bei Phocaena beobachteten Thatsachen. Auch war ein weiterer Zerfall der Renculi sehr klar angedeutet. Die Vena cava teilt sich schon auf der vorderen Nierenhöhe in die beiden nach hinten ziehenden Venae iliacae. Ein eigentümlicher Befund ist ferner, daß rechts auf der hinteren Nierenhöhe eine zweite renale Arterie das Organ versorgt. Der Ureterverlauf im Innern der Niere zeigt hier äußerst wichtige Verhältnisse, indem wir hier ähnliche Zustände wie bei den übrigen Säugern antreffen. Die Harnleiter treten nicht direkt am hinteren Ende der Niere zwischen die Renculi, sondern sind noch eine Strecke weit auf der renalen Oberfläche zu bemerken. Die Dicke der Ureterwandung nimmt im Niereninnern stark ab. Die Harnleiter ziehen sehr nahe beieinander gelagert nach der Harnblase hin. Die Vesica urinaria zeigt längliche Gestalt, und die Ureteren münden auf papillenartigen Wülsten an der Grenze zwischen Blase und Urethra in das Harnreservoir ein.

Die Clitoris ist bei dem untersuchten Tiere von anderer Gestalt, als sie Vrolik und Bouvier schildern, und nur von einem kleinen Praeputium bedeckt. Der Anus ist noch nicht mit in die hintere Kommissur eingeschlossen. Die Vagina ist reichlich mit Längsfalten besetzt, die dann nach vorn in gewissen Abständen in Ringwülste aufgeworfen sind. Die Länge der Vagina ist dem Uteruskörper gegenüber äußerst groß. An der Grenze zwischen

den Uterushörnern und den Ovidukten sehen wir in das Lumen zwei kolbenförmige Gebilde einspringen, die das Lumen des Kanals bedeutend verengern. Die vordere Tubenöffnung ist sehr weit und vollkommen von Fimbrien frei. Ein Eierstockszelt oder eine ähnliche Umhüllung oder Einlagerung des Ovariums in das Ligamentum latum ist nicht zu bemerken. Die Plica diaphragmatica erstreckt sich noch sehr weit nach vorn. Die Ovarien sind von großer Gestalt und an ihrer Oberfläche tief gefurcht.

II. Mysticeta.

Wir kommen jetzt zur Betrachtung der Harn- und Geschlechtsorgane bei den Bartenwalen. Als Untersuchungsobjekte standen mir 3 Embryonen zur Verfügung, 2 von ziemlich gleicher direkter Körperlänge, und zwar war der männliche 104 cm, der weibliche 121 cm lang, außerdem noch ein weiblicher Fötus von etwa 50 cm Länge. Alle 3 Föten gehörten der Art Balaenoptera musculus an.

D. Balaenoptera musculus.

a) Harnorgane.

Was die Litteratur dieses Organsystems der Balaenopteriden anbelangt, so finden wir aus der früheren Zeit meist nur kurze und allgemeinere Angaben, die sich hauptsächlich auf die äußere Gestalt beziehen.

So verdanken wir Hunter in seiner im Jahre 1787 erschienenen Arbeit eine kurze Beschreibung der Nieren und der dieselben zusammensetzenden Läppchen, nebst des Ureters; es fehlen aber Maße, Zeichnungen, sowie Mitteilungen über Blutgefäßversorgung vollkommen. 1835 giebt Eschricht eine Zeichnung der Nieren eines Balaenoptera rostrata-Embryos, aber auch hierdurch können wir keine klare Vorstellung von der wahren Form der Nieren gewinnen, da das Bild den Situs der Eingeweide darstellt, und die Renes hierbei teilweise durch die benachbarten Organe überlagert sind. Aus den beiden noch im Texte gegebenen Abbildungen, die sehr schematisch gehalten sind, können wir äußerst wenig entnehmen. Die Schilderung der Harnorgane ist auch bei Eschricht, wie in den nachfolgenden Arbeiten von Murie, Perrin und Carte und Macalister eine gedrängte. Auch Hyrtl spricht über die Balaenopteriden-Niere bei der Beschreibung des Nierenbeckens der

Cetaceen. Erst im vorigen Jahrzehnt erschien eine eingehendere Untersuchung über den Urogenitalapparat der Balaenopteriden-Arten durch die französischen Autoren BEAUREGARD und BOULART, deren Arbeit ein erwachsenes Tier von Balaenoptera musculus und mehrere Embryonen von Bal. Sibbaldii zu Grunde lagen. Es könnte danach überflüssig erscheinen, noch einmal eine Darstellung dieses Organsystems zu geben, jedoch boten sich einige neue und interessante Befunde bei der Untersuchung der Embryonen gegenüber dem erwachsenen Tiere; auch bleiben in der Arbeit dieser Autoren noch manche wichtige Punkte über den Urogenitalapparat unerwähnt.

Unterziehen wir die Form der Renes einer Betrachtung, so fällt uns zunächst wieder deren längliche Gestalt auf. Zur Vergleichung der Nierenverhältnisse gebe ich anbei die gefundenen Maße in cm:

	Länge		größte Breite		Breite am vorderen Ende		Breite am hinteren Ende		größte Dicke		Dicke am vorderen Ende		Dicke am hinteren Ende	
	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
Embryo ♂ von 104 cm direkter Länge	12	13,7	4,3	3,8	3,4	1,3	1,6	1,1	2,8	2,7	0,8	1	1,25	0,8
Embryo ♀ von 121 cm direkter Länge	13,5	14	4,8	4,4	2,5	1,85	2	1,9	3	2,9	1	1,5	1,5	1,5

Der Längendurchmesser ist beträchtlich größer, als der Breitendurchmesser. Weniger stark ist das ausgesprochen bei frühen, embryonalen Stadien. Zum Vergleich können wir hier die Maße der schon früher genannten Autoren und auch die Abbildungen ESCHRICHT's benutzen. Bei dem von letzterem untersuchten 8 Zoll langen Vaagewal-Fötus (Bal. rostrata) finden wir die Breite des Organs mit der Länge verglichen wie 1 : 2,2; bei dem durch CARTE und MACALISTER untersuchten 13 Fuß 11 Zoll langen Embryo derselben Species stellt sich das Verhältnis auf 1 : 3, ebenso bei einem von PERRIN untersuchten 13 Fuß langen Tiere der nämlichen Art. Bei den mir zur Verfügung stehenden Embryonen (vergl. vorstehende Tabelle) stellt sich das Verhältnis bei dem männlichen Tiere von der linken Niere auf 1 : 2,8, von der rechten Niere auf 1 : 3,6, bei dem weiblichen Tiere links wieder auf 1 : 2,8 und rechts auf 1 : 3,2. Wir konstatieren demnach bei beiden ziemlich gleiche Zahlen. Das größere weibliche Individuum weist eher kleinere

Verhältniszahlen auf als das männliche, was jedoch vielleicht auf Differenzen des Geschlechtes oder individuelle Unterschiede zurückzuführen ist, wie ja auch die von BEAUREGARD und BOULART angeführten Nierenmaße dreier Balaenoptera Sibbaldii-Embryonen von 90 cm, 1,50 m und 3,60 m, namentlich in Bezug auf den zweiterwähnten, etwas schwanken. Das Breiten-Längenverhältnis der Niere ist bei diesen 3 Foeten, in derselben Reihenfolge wie oben, folgendes: 1:3, 1:2,6 und 1:3,3. Bei der 12 m langen, von denselben Autoren untersuchten Balaenoptera musculus finden wir die Proportion 1:4,9; MURIE giebt von einem 60 Fuß langen Tiere derselben Species das Verhältnis der einen Niere zu 1:3,5, das der anderen Niere zu 1:4,4 an. Jedenfalls dürfen wir von diesen kleinen Schwankungen absehen und müssen beim Vergleich des kleinsten Stadiums mit dem erwachsenen Individuum jene starke Zunahme der Länge im Gegensatze zur Breite konstatieren. Klar werden diese Größendifferenzen veranschaulicht durch die Abbildungen ESCHRICHT's, BEAUREGARD und BOULART's und meine eigenen.

Die Gestalt und Lage der beiden Nieren ist eine stark asymmetrische. Irgend einen Gegenstand zum Vergleich der Form heranzuziehen, ist eine sehr mißliche Sache, wenn auch in der Litteratur genug Versuche dazu gemacht worden sind; eine Abbildung zeigt hier mehr als weitschweifige Schilderungen (cf. Taf. X, Fig. 23 u. 24).

Die rechte Niere hat eine mehr orale Lage und erstreckt sich noch mit ihrem vorderen Ende auf die dorsale Partie des Diaphragmas, während die linke weiter caudalwärts gelegen ist, aber durch ziemlich starke Muskelbündel in Form eines Bandes mit den Zwerchfellfasern noch verknüpft ist. Die hinteren Enden der Renes differieren in der Höhenlage im Gegensatz zu den vorderen Enden weniger, da ja die linke Niere auch von geringerer Länge ist als die rechte (vid. Taf. X, Fig. 23).

Die größte Breite der rechten Niere bemerken wir ungefähr zwischen dem ersten und zweiten Drittel, wo die Gefäße in deren Inneres eintreten, überhaupt verbreitert sich das Organ nach seinem vorderen Ende hin, während es sich nach hinten zu allmählich verjüngt. Die Niere wird bei beiden Tieren auf der rechten Seite durch drei deutliche und ziemlich ebene Flächen begrenzt; wir sehen eine Seite dem Rücken, eine andere der Seitenrumpfmuskulatur und die dritte der Medianebene zugekehrt, letzterer aber nicht parallel, sondern einen spitzen Winkel mit ihr bildend. HYRTL und CARTE und MACALISTER sprechen auch bei den von ihnen untersuchten Embryonen von drei die Renes begrenzenden

Flächen. BEAUREGARD und BOULART reden nur von „deux faces, inférieure et supérieure“, und bilden auch die réchte Niere der erwachsenen Balaenoptera musculus danach ab. Dieser Zeichnung nach zu schließen, flacht sich, wie es scheint, die Nierenmasse späterhin an Dicke ab, und die medial gerichtete Fläche gewinnt auf Kosten der lateralen an Größe; die früher deutliche Lateralbegrenzung bildet dann nur die Uebergangsrundung der dem Rücken zugekehrten und der der Leibeshöhle zugewandten Fläche. Ferner beobachte ich am oberen renalen Ende eine schräge Abflachung, die auf dem Bilde BEAUREGARD und BOULART's nicht mehr zu bemerken ist. Diese Abdachung, die auf der Kante stattfindet, wo laterale und mediale Fläche aneinander stoßen (vid. Taf. X, Fig. 23), wird durch das darauf lagernde rechte Leberlappenende bedingt. Die größte Dicke (gemessen in der Sagittalrichtung) erreicht die Niere am Anfange des zweiten vorderen Drittels. Nach dem vorderen Ende hin verringert sich die Dicke sowohl wie die Breite; nach dem hinteren Ende zu bemerken wir dann ein allmähliches Abnehmen der Dicke sowohl als auch der Breite, um darauf die vorn erwähnten Zahlen und ausgedrückte Form zu erreichen. An fast allen Stellen finden wir die rechte Niere auf Querschnitten von dreieckiger Gestalt, wie uns vorstehende schematische Zeichnung (Textfig. 4) einen solchen zur Anschauung bringt, nur an dem vorderen Ende der Niere beobachten wir ein Abweichen hiervon, das durch die oben schon geschilderte Abflachung bedingt wird.

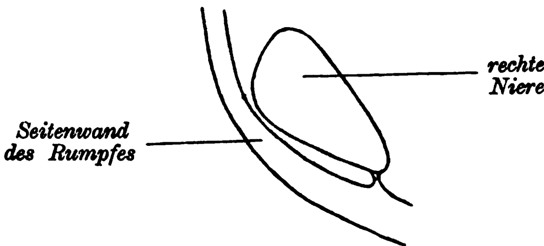


Fig. 4. Schematische Darstellung eines Querschnittes durch die rechte Niere und Bauchwand eines Bal. musculus-Embryo.

Die stärkste Breite der linken Niere bietet sich uns in der Nähe des oberen renalen Endes dar, woselbst die Stärke 4,3 und 4,8 cm beträgt; diese Breite erhält sich in annähernd gleichem Maße eine größere Strecke weit, allmählich aber vermindert sie sich nach dem hinteren Ende hin, um die oben verzeichneten Werte anzunehmen. Die dickste Stelle finden wir ungefähr in der Mitte des Organs, von wo wir dann eine Abnahme sowohl nach vorn wie nach hinten hin wahrnehmen. Bei dem größeren weiblichen Embryo

können wir links nur von zwei die Niere begrenzenden Flächen sprechen, die eine hiervon ist der Rücken-, die andere der Bauchseite zugekehrt; die ventralwärts gerichtete Fläche zeigt noch eine durch den auflagernden Darmknäuel hervorgerufene schwache Ausbuchtung, die letztere erstreckt sich über den größten Teil ihrer Länge. Anders verhält es sich bei dem männlichen Exemplar, woselbst wir auf einer größeren Nierenstrecke noch drei deutliche Flächen unterscheiden können, nur am vordersten Ende des Organs bemerken wir zwei mit starker Rundung ineinander übergehende Flächen. Auch ist bei dem männlichen Tiere die Stellung der Flächen eine etwas andere. Es war hier infolge der Suspendierung der Nieren schon der Prozeß eingetreten, der uns später noch bei der Besprechung des Bauchfellüberzugs beschäftigen wird. Die bei dem weiblichen Embryo ziemlich horizontal gelagerte dorsale Fläche ist bei dem männlichen in einem Winkel gegen die Horizontale geneigt und liegt mehr der lateralen Rumpfwandung an. Sobald der Darmknäuel nicht mehr die ganze innere Breite der ventralen Fläche bedeckt, sehen wir die ventrale Seite in zwei

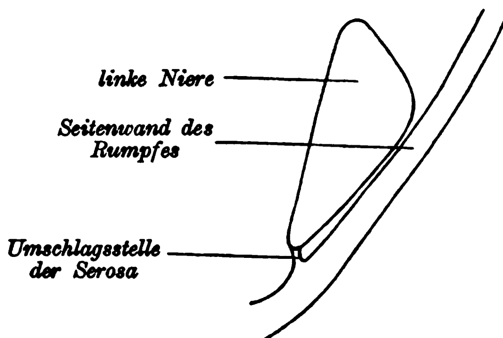


Fig. 5.

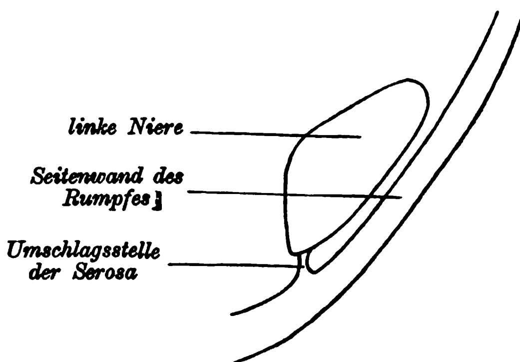


Fig. 6.

Fig. 5. Schematische Darstellung eines Querschnittes, auf der Höhe des vorderen Drittels der linken Niere gelegt, um daran die Lage der renalen Flächen und die Anheftung der Nieren vermittelst der Serosa in der Leibeshöhle zu zeigen.

Fig. 6. Die gleiche Darstellung auf der Höhe des zweiten Nierendrittels.

aufgelöst, eine der Bauchseite (anfangs kleine, mehr nach hinten aber sich vergrößernde) und eine der Medianebene zugekehrte Fläche, die anfangs groß ist, dann aber beim Stärkerwerden der Ventralseite abnimmt (s. vorstehende Schemata und Taf. X, Fig. 23). Hand in Hand mit diesem Wechsel tritt auch eine Aenderung in der Stellung und Neigung der Flächen und der von denselben gebildeten Winkel ein. Zur Veranschaulichung dieser Verhältnisse gebe ich die beiden vorstehenden schematischen Querschnitte durch die Niere, von denen der erste Schnitt ungefähr in der Höhe gelegt ist, wo wir die größte Breite des Organs (der Stellung nach eigentlich als Dicke zu bezeichnen) sehen, und der zweite Schnitt uns die Form im zweiten Drittel der Nierenlänge darstellt, die sich nur wenig bis zum Ende hin ändert. Diese eben geschilderten Zustände der linken Seite dürften sich höchst wahrscheinlich nur embryonal oder nur zu einer gewissen Zeit des fötalen Lebens so verhalten, da Beauregard und Boulart hiervon nichts erwähnen. Es wird später jedenfalls die von der ventralen und medialen Fläche gebildete Kante verstreichen, und sich aus beiden Flächen eine einheitliche bilden. Die von mir eben geschilderten Verhältnisse würden demnach wahrscheinlich nur durch die Verschiebung der ventralen Fläche und der damit im Zusammenhange stehenden Beeinflussung durch die benachbarten Organe zu erklären sein.

Die beiden pyramidenförmig zulaufenden, hinteren Nierenenden werden durch den das ganze Organ überlagernden Bauchfellüberzug nach der Rumpfwand hin gekrümmt (s. Taf. X, Fig. 23 und 24) und hier befestigt, auch erfährt der Ureter hierdurch eine kleine Wendung lateralwärts. An dieser Stelle erhalten die Renes eigentlich ihre stärkste Befestigung, da sie sonst mit ihrem übrigen Teile sehr beweglich in die Leibeshöhle ragen und leicht seitlich hin und her verschoben und umgeklappt werden können. Nur die rechte Niere zeigt uns noch an ihrem vordersten Ende eine festere Verbindung mit dem Diaphragma durch einige Muskelfaserbündel. Diese große Beweglichkeit wird dadurch hervorgerufen, daß beinahe die ganze renale Oberfläche vom Bauchfell überzogen ist (s. Textfig. 4, 5 und 6) und daß sich die Serosa nicht nur, wie wir es bei den meisten übrigen Säugern finden, über die ventrale Seite erstreckt, wodurch eine ziemlich starke Fixation des Organs hervorgerufen wird. Die Umschlagsstelle des Peritoneums auf die Niere und deren Suspendierung in der Leibeshöhle wird in den vorhergesehenen schematischen Abbildungen veranschaulicht. Die Renes können sich dann infolge dieser Befestigung bei der Vergrößerung des Sagittaldurchmessers und Abnahme des Transversaldurchmessers

des Walkörpers, ein Wechsel, der ja in der Nierengegend ein bedeutender wird, leicht mit Hilfe der großen Beweglichkeit, die durch die oben geschilderte Aufknüpfung bedingt ist, anpassen. Diese lose Befestigung dürfte vielleicht auch im erwachsenen Zustande bei Steigerung des äußeren Druckes einen Schutz dieser so empfindlichen Organe gewähren. Eine ähnliche Darstellung, wie ich sie soeben bei den Cetaceen geschildert, fand ich nur bei Hyrtl von den Monotremen angegeben, von denen dieser Autor sagt, daß auch der größte Teil der dorsalen Nierenfläche vom Bauchfell überzogen ist, „so daß man die Niere der einen Seite auf die andere hinüberlegen kann". Nur Eschricht spricht sich über die Serosa bei einem 8 Zoll langen Balaenoptera rostrata-Embryo aus, aber nur sehr kurz: „das Bauchfell ging flach über die Nieren hin" lauten seine wenigen Worte. Das würden aber Zustände sein, wie sie die Mehrzahl der übrigen Mammalien auch bieten. Jedenfalls würde Eschricht, wenn die Verhältnisse solche gewesen, wie die von mir oben geschilderten, dieselben einer eingehenderen Betrachtung gewürdigt haben. Außerdem kann ich diesen Zustand noch nicht bei dem kleineren weiblichen Fötus und bei der in Serie vorliegenden Balaenoptera rostrata konstatieren.

Kommen wir nun zur Betrachtung der Nierenlage den übrigen benachbarten Organen gegenüber, so haben wir schon einiges hierüber bei der Gestaltsbeschreibung der Renes gesagt. So wurde die abgeflachte Kante der rechten Niere durch das Leberlappenende bedingt. Medial lagert sich beiden Nieren der Darmknäuel an, der bei der rechten eben gerade an die mediale Fläche anstößt, während er der linken zum größten Teile aufliegt und jene schon besprochene Ausbuchtung der ventralen Seite hervorruft. Wir sehen am vorderen Teile der Harnorgane den Enddarm mit seinem Mesenterium 1,3 cm von der rechten und 3,5 cm von der linken Niere entfernt. Bald darnach wendet sich das Rectum auf seinem weiteren Verlaufe nach dem After hin stark nach links und grenzt am hinteren Ende der linken Niere dicht an dieselbe an (vid. Taf. X, Fig. 23 und 24). Die Hoden liegen von den hinteren Nierenenden links etwa 2 cm und rechts nicht ganz 3 cm weit entfernt. Die Ovarien berühren eben noch den hinteren renalen Zipfel (vid. Taf. X, Fig. 24).

Ueber die Niere hin erstreckt sich das Peritoneum in der schon geschilderten, eigentümlichen Weise, dasselbe ist derb und ziemlich stark und bei dem konservierten Materiale leicht abzunehmen. Durch diesen Ueberzug hauptsächlich ist die starke Lappung verdeckt, obgleich wir dieselbe doch schon schwach an-

gedeutet durch diese Bindegewebsplatte sehen können. Bei kleineren Embryonen ist die Lappung noch durch die Serosa bemerkbar. Nach der Wegnahme des Peritoneums sehen wir die große Menge der einzelnen Läppchen jetzt deutlich hindurchleuchten, obgleich die ganze Oberfläche noch von einem zweiten Ueberzug, der eigentlichen Nierenkapsel (Capsula fibrosa) bedeckt ist, die wenig dick und vollkommen durchscheinend ist. Diese Capsula fibrosa läßt sich schon schwieriger und in weniger großen Stücken herunternehmen, da dieselbe in ziemlich engem Konnex mit einem dritten Ueberzug steht, welch letzterer äußerst dünn, sich den einzelnen Läppchen anschmiegt und sich zwischen die Lobuli renales (als Septa interlobularia HYRTL's) in das Innere der Niere erstreckt. Daher läuft man bei der Abnahme dieser letzten Schicht und oft auch schon bei der Entfernung der zweiten, die nach oben Gesagtem ziemlich eng mit dem dritten Ueberzug verbunden ist, Gefahr, auch die einzelnen oberflächlichen Nierenläppchen mit herauszunehmen. Der innerste Ueberzug scheint der Tunica albuginea der Niere selbst zu entsprechen, da wir diesen mit dem inneren Bindegewebe der Niere im Verband treten sehen, während die zweitbesprochene Umhüllung mit der eigentlichen Nierenkapsel, Capsula fibrosa, übereinstimmen dürfte. Die meisten Autoren sprechen überhaupt nur von einer Kapsel im allgemeinen, ohne sich darum zu kümmern, welcher Art dieselbe ist. Nehmen wir an, daß die von mir gegebene Bezeichnung richtig ist, so würde diesen Tieren die bei den Säugern so allgemein verbreitete Capsula adiposa vollkommen fehlen, auch gelang es mir nirgends, eine Fettansammlung an der Niere zu entdecken, wie auch keiner der früheren Untersucher sowohl an erwachsenen, an jugendlichen Tieren wie an Embryonen einer solchen Erwähnung thut.

Haben wir die Capsula fibrosa von der Niere entfernt, so bietet sich uns jetzt die renale Oberfläche dar, die HUNTER mit dem Pflaster einer Straße und RAPP und SIEBOLD und STANNIUS mit einer Weintraube vergleicht. Jenes eigentümliche Aussehen der Nierenoberfläche wird durch die große Anzahl der einzelnen, scharf gesonderten Nierenläppchen, die von jeher die Aufmerksamkeit der Forscher erweckt haben, hervorgerufen. BEAUREGARD und BOULART geben die Summe der Renculi auf 3000 an, eine Zahl, die kaum zu hoch gegriffen sein dürfte, aber stets nur den Wert einer ungefähren Angabe haben kann, da individuelle Verschiedenheiten natürlich vorhanden sein müssen. Eigene angestellte Berechnungen ergeben nur eine wenig kleinere Zahl. Um so mehr überrascht es, wenn HYRTL die Gesamtzahl der Nierenläppchen eines Balaenoptera

rostrata-Embryo mit 136 angiebt. Zwar führt Hyrtl als Gesamtzahl hier nur die Summe der einzelnen renalen Flächen, d. h. der dorsalen, ventralen und inneren, an und erwähnt die der unteren Lagen, die er als „latente Nierenlappen“ bezeichnet, nicht, jedoch kann dies auch keine beträchtliche Anzahl sein, da er dieselben ja nur in den Zwischenräumen der oberflächlichen Renculi der ventralen Fläche gefunden haben will. Leider ist hierbei keine Angabe über die Größe des Embryo und der Nieren selbst gemacht. Immerhin will und muß es mir unwahrscheinlich erscheinen, wenn das Stadium auch vielleicht noch verhältnismäßig klein war, daß die Anzahl bei einem Bartenwale eine so geringe gewesen sein sollte. Die renale Oberfläche ist vollkommen eben und nicht höckerig, wie sie bei Zahnwalen, z. B. Globicephalus und Beluga, beschrieben wurde, obgleich auch hier die Renculi gruppenweise zu 3—8 Stück enger zusammenliegen.

Die einzelnen Läppchen zeigen im Mittel eine Größe von 2,2—2,6 mm Durchmesser. Was nun die Gestalt und sonstigen Verhältnisse dieser einzelnen Nierenläppchen betrifft, so kann ich auf die Darstellung von Beauregard und Boulart verweisen, woselbst wir die Lobuli renales ausführlich geschildert und gezeichnet finden und die fast genau so bei den Embryonen schon anzutreffen sind und sich eigentlich nur durch ihren kleineren Umfang unterscheiden. Nur darin kann ich diesen beiden Autoren nicht beistimmen, wo dieselben von den größeren Läppchen, ihren „lobules composés“, sprechen, die entstanden sein sollen durch „la fusion de 2 ou plus souvent 3 lobules simples“. Doch auf diese Ansicht werde ich später bei der allgemeinen Betrachtung der Cetaceennieren zurückkommen und zu beweisen versuchen, daß wir es hier nicht mit einer Verschmelzung der einzelnen, sondern gerade im Gegenteil mit einem Zerfalle in einzelne Läppchen zu thun haben.

Da ich Injektionsversuche nicht ausführen konnte, suchte ich die Blutgefäße und ihre Verzweigungen durch Präparation, die sich aber natürlich auf die größeren Aeste beschränken mußte, festzustellen. Die beiden Gefäße, sowohl Vene wie Arterie, gehen nicht auf derselben Höhe von ihren Hauptstämmen ab, sondern wir sehen die Arterie der rechten Seite viel früher aus der Aorta austreten und die Vene in die Vena cava inferior einmünden, als die entsprechenden Gefäße der linken, was ja auch der mehr oralen Lage der rechten Niere vollkommen entspricht. Zum Unterschiede von Beauregard und Boulart's Beschreibung über

Balaenoptera Sibbaldii, die dieselbe auch ohne weiteres auf Balaenoptera musculus ausdehnen, sehen wir die rechte Vena renalis noch in den Hauptstamm der Vena cava inferior eintreten, d. h. bevor noch eine Teilung dieser Hauptblutader in die beiden Aeste eintritt. Die linke Nierenvene mündet hingegen gerade am Anfange des entsprechenden Gabelastes ein. Nach der Schilderung und Abbildung der eben genannten Autoren, die diese Venenverhältnisse einer eingehenden Beschreibung, Betrachtung und Vergleichung unterziehen, sehen wir die beiden Nierenblutadern schon in die zwei Teiläste einmünden. Auch andere Forscher, wie Serres und Gratiolet und Bär, beschreiben bei den Cetaceen eine Teilung der Vena cava auf der Höhe der Nieren. Es scheint demnach allgemein bei den Balaenopteriden, und wie wir im früheren auch bei den Zahnwalen fanden, die untere Hohlvene in der Gegend der Nierenvenen in zwei Parallelstämme zu zerfallen, die dann hier nicht als Varietäten im Venensystem, wie wir dieselben ja als Ausnahmen auch sonst bei anderen Tieren finden, aufzufassen sind, sondern als typisch für dieselben gelten müssen. Diese Stämme entsprechen den hinteren Abschnitten der beiden im frühen embryonalen Stadium bei allen Wirbeltieren eine so große Rolle spielenden Venae cardinales, daher auch meine Bezeichnung bei der Beschreibung von Beluga. Diese Aeste sind demnach, verglichen mit den übrigen Säugern, den zwei sonst viel später abgehenden Venae iliacae gleichartig. Ueber die die Niere umspinnenden und in die Niere ein- und austretenden Venenplexi, deren Beziehungen zu den beiden Venae iliacae und des hierdurch hervorgerufenen, eigentümlichen renalen Pfortaderkreislaufs, geben uns die Arbeiten von Gratiolet und Serres, von Beauregard und Boulart über Balaenoptera und von Gervais über Hyperoodon Aufschluß. Zwischen den beiden oben geschilderten Venenstämmen sehen wir die Aorta gelagert, die in ihrem vorderen Teile durch die starke untere Hohlvene bedeckt wird, aus ihr gehen die beiden Renalarterien hervor, die in schiefer Richtung nach den entsprechenden Organen hin verlaufen und hier kurz vor dem Einmünden zwischen den Läppchen in zwei Zweige sich teilen, wovon der eine schwächere die kleinere vordere Nierenpartie, der hintere und zugleich stärkere Ast den ganzen hinteren Abschnitt, der ungefähr $^3/_4$ der Nierengröße beträgt, versorgt (s. Taf. VII, Fig. 7). Die Arteria renalis, die von Zeit zu Zeit kleinere Aeste nach links und rechts abgiebt, ist am weitesten medialwärts gelegen. Erst am unteren Ende nähert sie sich der renalen Medianen und ist hier mit der Vene und dem Ureter enger verwoben. Die Arterie, die bei ihrer Aus-

mündung und ersten Gabelung unterhalb der Vena renalis liegt, wendet sich bald darauf vor die Vene (s. Taf. VII, Fig. 7). Auch die Nierenvene sehen wir, nachdem dieselbe mehrere schwache Aeste an die Capsula suprarenalis abgegeben hat, sich in einen kleineren oberen und einen stärkeren unteren Ast teilen. Die Vena cava inferior mit ihren 2 Venae iliacae giebt noch einige Aeste ab, die zwischen die Wirbelkörper und dorsalen Muskelpartien verlaufen und uns nicht weiter interessieren (s. Taf. VII, Fig. 7). Die renalen Gefäße treten durch eine kurze, auf der medialen Fläche gelegene Spalte in das Niereninnere ein. Schon äußerlich durch die Capsula fibrosa und das darauf lagernde Peritoneum hindurch bemerken wir den Verlauf der Gefäße angedeutet, indem an dieser Stelle eine deutliche Furche sichtbar ist, die durch das Umschlagen der Bindegewebsplatten in das Innere der Niere hervorgerufen wird (vid. Taf. X, Fig. 23).

Der Ureter tritt am hinteren Ende der Niere aus, von einem Nierenhilus kann hier also in dem Sinne wie bei den übrigen Säugern nicht gesprochen werden. Aber nur auf der linken Seite sehen wir den Ureter unvermittelt zwischen den Nierenläppchen hervorbrechen, auf der rechten hingegen ragt er noch 2 cm sichtbar an die ventrale Nierenoberfläche vor, jedoch immer von drei Seiten umschlossen, um dann nach diesem kurzen Verlaufe sich ganz in das Innere zu versenken. Kurz oberhalb dieser Austrittsstelle tritt an beiden Ureteren eine einfache, aber langgestreckte Spiraltour auf, die vollkommen deutlich sichtbar wird, auch ohne daß der Harnleiter injiziert ist, und die auch Hyrtl an seinem Präparate beschreibt. Jedenfalls dürfte diese nachgiebige Spirale eine große Rolle spielen bei der Kontraktion der Harnblase und der damit verbundenen Harnentleerung, um eine allzu starke Spannung der Ureteren bei diesem Vorgang zu vermeiden. Sodann soll nach Hyrtl eine spindelförmige Erweiterung oberhalb dieser Stelle, die namentlich gut an dem Balaenoptera-Embryo zu bemerken sei, eintreten, worauf dann der Ureter nach seinem vorderen Ende wieder abnähme. Leider ist diese Anschwellung an dem nicht injizierten Präparate unbemerkbar, aber eine andere interessante Beobachtung kann ich an dem freipräparierten Harnleiter machen. Hyrtl schildert nämlich die Verhältnisse derart, daß diese spindelförmige Erweiterung mehrere größere und kleinere Zweige „unter ziemlich rechtem Winkel absendet". „Auch das zugespitzte Ende der spindelförmigen (centralen) Erweiterung setzt sich", sagt Hyrtl, „in einen langen, verästelten Harnkanal fort, an welchem, wie an der spindelförmigen Er-

weiterung selbst, eine spirale Drehung angedeutet ist". Beauregard und Boulart sprechen sich ähnlich aus: „l'uretère — qui parcourt le rein dans toute sa longueur, recevant de distance en distance les canaux secondaires." Das ist auch an meinem Präparate zu sehen; wir bemerken aber außerdem einen Ast, wenn er immerhin auch ziemlich unbedeutend ist, nicht unter fast rechtem Winkel, sondern ziemlich parallel dem Ureter selbst nach hinten abgehen (vid. Taf. VII, Fig. 7). Zudem ist dies noch der erste vom Harnleiter abgegebene Ast. Hyrtl zeichnet zwar auf einer Abbildung diesen kleinen Zweig, der sich nach unten erstreckt, aber legt ihm keinen Wert bei, indem er denselben nicht weiter erwähnt. Vergleiche mit den Verhältnissen bei den Zahnwalen lassen uns doch in dieser Anordnung der Ureterverzweigung eine gewisse, wenn auch stark modifizierte, Aehnlichkeit erkennen. Im übrigen kann ich auf meine Bemerkungen und Ansichten über den Harnleiter und seine Verzweigungen bei der Besprechung der Zahnwale verweisen, woselbst wir schon die Verhältnisse ähnlich, wenn auch noch lange nicht so stark ausgeprägt wie hier, kennen gelernt und einer eingehenden Abhandlung unterworfen haben.

Der Ureter verläuft anfangs in der Medianen der Niere, hier dicht umsponnen von den Blutgefäßästen, der vordere Hauptcalix wendet sich dann mehr dem äußeren Rande der Niere zu; der Harnleiter mit seinen Calices nimmt den Blutgefäßen gegenüber überhaupt die tiefste Lage ein. Von den beiden Calices majores gehen dann die Calices erster Ordnung ab, die entweder direkt zu den einzelnen Läppchen verlaufen oder wieder in solche zweiter und dritter Ordnung sich auflösen, um darauf in dem Nierenhilus jeder einzelnen Miniaturniere mit den zugehörigen Blutgefäßen zu verschwinden. Die Calices und der Anfangsteil des Ureters zeigen noch ziemlich dünne Wandungen, die aber um so stärker werden, je mehr sich der Harnleiter seiner Mündung in die Blase nähert. Dies wird durch die Zunahme der Muscularis bedingt, das Ureterlumen nimmt dabei nur wenig an Ausdehnung ab. Nach dem Austritt des Ureters aus der Niere sehen wir denselben sich etwas nach außen hin wenden, was durch die oben schon geschilderte Befestigung an der Seitenwand hervorgebracht wird. Der Harnleiter ist in kollabiertem Zustande und bei unverletztem Peritoneum bei den Föten absolut unsichtbar, und erst die Entfernung des Bauchfellüberzugs zeigt uns seinen nach hinten gerichteten, geraden Verlauf längs der Rumpfseitenwandung. Nach einer Strecke von etwa 7 cm biegt er, das Peritoneum durchbrechend, rasch ventral- und medialwärts um und zieht jetzt in um-

gekehrter Richtung, von hinten nach vorn verlaufend, zur Harnblase hin. Kurz nach dieser Wendung dringt der Ureter auch schon in die Urachuswandung ein und durchbohrt in sehr spitzem Winkel deren starke Muskulatur, um nach einem Wege von etwa 6 cm im Innern der Blase zu münden. Die beiden Oeffnungen liegen hier unmittelbar nebeneinander und sind nur durch ein schmales Septum getrennt, das sich an einer Schleimhautfalte inseriert. Diese Falte erstreckt sich nun als Duplikatur von hinten nach vorn und überlagert die beiden Oeffnungen taschenartig (s. Taf. IX, Fig. 19). Diese Falten werden ais Klappen wirken und zeitweilig beim Urinieren einen Verschluß der Ureterenmündungen bedingen. Die Einmündungsstellen zeigen eine ovale Gestalt, ihr Längsdurchmesser ist 1 mm, während ihr Querdurchmesser nur $^1/_2$ mm beträgt. Die Richtung der Oeffnungen, die, nebenbei bemerkt, ziemlich auf gleicher Höhe liegen, ist schief von vorn nach hinten, dorso-ventral gerichtet. Aeußerlich sind die beiden Ureteren bei ihrem Durchtritt durch die Blasenwandung 0,6 cm getrennt. Die Einmündungsstellen liegen ziemlich an dem Uebergangspunkte der Vesica urinaria in das Collum vesicae und weisen eine Entfernung von 7,2 cm vom vordersten Zipfel der Harnblase auf.

Die Blase besitzt eine spindelförmige Gestalt und ist 13,3 cm lang, d. h. bis zur Ausmündungsstelle des Blasenhalses in die Pars prostatica. Ihre größte Breite beträgt etwas über 2 cm; sie erhält sich im vorderen Teile der Blase annähernd und vermindert sich nur wenig beim Durchtritt des Urachus durch die Bauchdecke. Vom zweiten Drittel der Länge ab sehen wir sodann eine allmähliche Abnahme der Breite eintreten (vid. Taf. IX, Fig. 19), die beim männlichen Individuum bis zu 0,5 cm im mittleren Halsteil der Blase sinkt, um dann erst wieder in der Pars prostatica etwas anzuschwellen (vid. Taf. IX, Fig. 20 a und b). Die größte Dicke sehen wir mit 1,9 cm zwischen dem ersten und zweiten Drittel der Länge auftreten. Die ventrale Fläche der Vesica urinaria ist ziemlich plan, und nur seitlich ragen die Umbilicalarterien etwas an die Oberfläche. Die dorsale Wandung hingegen zeigt eine starke konvexe Krümmung, was durch die dicken Muskellagen und die Ausweitung des Urachusganges hervorgerufen wird. Die Blase ist überhaupt von mächtigen Muskellagen umgeben, so beträgt deren Stärke an der ventralen 0,8 cm, an der dorsalen 0,5 cm. Die innere Breite des Blasenlumens mag an der stärksten Stelle kaum etwas größer als 1 cm sein, eine Größe, die sodann nach hinten und vorn rapid abnimmt.

Die Angaben über die Vesica urinaria bezogen sich bisher auf den männlichen Embryo; nur wenig hiervon abweichend sind die Verhältnisse bei dem weiblichen Tiere. Die Länge dieses Organs beträgt, bis zu der Stelle gemessen, wo die Harnblase in die Urethra übergeht, und wo wir eine kleine Einknickung sehen, 9 cm. Eine größere Breite läßt sich hier konstatieren von 2,7 cm, die größte Dicke ist die gleiche mit 1,9 cm (vid. Taf. IX, Fig. 19).

Durch Ligamente und den Peritonealüberzug sehen wir die hinten noch weit getrennten beiden Arteriae umbilicales und die Ureteren in Verbindung mit dem Blasenhalse derart, daß dieser sogar ganz in dieselben eingebettet und kaum sichtbar ist. An dieser Stelle beträgt die Breite 5 cm, während der Blasenhals selbst noch nicht 1 cm stark ist. Mehr und mehr dem äußeren Nabelstrange sich nähernd, konvergieren die beiden Arterien allmählich und sind in der Nähe der Bauchdecke von einer dicken Muskellage umhüllt; bei ihrem Austritt aus der Leibeshöhle liegen sie eng zusammen. Die Blase erstreckt sich als solche weit nach vorn und endigt kaum 2 cm vor dem Eintritt der Nabelschnur in die Bauchwand. Ventral bemerken wir noch vor dem Ende der Harnblase, das sich zipfelartig nach der dorsalen Wand hinzieht, eine Rinne verlaufen, die bei dem männlichen fast durch die ganze Länge der Harnblase gut sichtbar, bei dem weiblichen Exemplar hingegen nur am vorderen Teile bemerklich ist (vid. Taf. IX, Fig. 19). Diese Furche biegt sodann nach der Bauchwand hin ab, um als spaltförmiger Kanal, dessen Ränder ziemlich dicht aneinander liegen, zwischen den beiden Arterien eingebettet, aus der Leibeshöhle in den Nabelstrang einzumünden. Jener Kanal repräsentiert uns den Allantoisgang, der hier noch weit offen und in dem Nabelstrang ohne Unterbrechung zu verfolgen ist. Die Lage dieses Kanals entspricht genau der Stelle in der Harnblase, wo Yves Delages von seiner „cupule“ spricht, der gegenüber an der äußeren Blasenwand der Urachus beginnen soll. Von den beschriebenen und auch gezeichneten „lèvres très saillantes, formant un relief de um. 02 au moins“ konnte ich keine Spur entdecken, ebensowenig ein Becherchen bemerken, da die Schleimhaut des Urachusganges glatt in die der Harnblase übergeht und noch keine Verwachsung auf der ersten Urachusstrecke und einer damit verbundenen Becherbildung vorhanden ist. Der Gang zeigt nicht gedehnt anfangs eine Höhe von 6 mm, die aber im weiteren Verlaufe abnimmt, wie überhaupt die ovale Form mehr einer rundlichen Platz macht.

Die Schleimhaut der Vesica urinaria ist stark gefurcht, haupt-

sächlich treten auf der ventralen Seite einige stärkere Falten auf; die auf der dorsalen Seite sind feiner als die der ventralen. Nach dem Halse hin konvergieren die Falten, um beim weiblichen Embryo jäh abzubrechen und einigen starken, quergestellten Furchen Raum zu geben; beim männlichen Tiere laufen dieselben allmählich aus, nur einige setzen sich als niedrige Fältchen in den Blasenhals weiter fort. Der Teil der Schleimhaut, in den wir die Ureteren einmünden sehen, ist auf eine Strecke weit vollkommen glatt und faltenfrei (vid. Taf. IX, Fig. 19). Den weiteren Verlauf der Harnwege werde ich dann bei der Besprechung der Geschlechtsorgane schildern.

Zusammenfassung.

Die angegebenen Zahlen lassen eine im Verhältnis sehr große Länge bei geringer Breite der Niere erkennen, während sich bei den Föten nicht so auffällige Unterschiede darbieten. Embryonal zeigt die Niere noch drei Flächen, die sich aber dann in späteren Stadien und bei erwachsenen Tieren durch ihre eigentümlichen Verschiebungen und Verlagerungen zu zwei Flächen abzuplatten scheint. Wir beobachten bei den Bartenwalen einen sonderbaren Verlauf der Serosa über die Niere hin, indem auch der größere Teil der dorsalen Fläche überzogen und dadurch eine größere Beweglichkeit des Organs hervorgerufen wird. Diese Anordnung ist jedenfalls durch eine hochgradige Anpassung bedingt. Die Serosa ist auf dem untersuchten Stadium schon ziemlich stark, so daß die Lappung kaum mehr durch den Peritonealüberzug hindurch bemerkt werden kann. Die Zahl der Läppchen ist eine außerordentlich hohe. Die Vena cava inferior teilt sich schon auf der vorderen Nierenhöhe, aber nur die linke Vena iliaca nimmt die renale Vene auf, während die rechte noch in den ungeteilten Vena cava-Stamm einmündet. Der Ureter und seine abgehenden Calices zeigen bei diesen Tieren hochgradige Veränderungen, deren Anordnung äußerst auffällig und kaum zu verstehen wäre, wenn wir nicht bei den Zahnwalen ähnliche, aber noch lange nicht in dieser Weise ausgebildete Zustände angetroffen hätten. Die Blase besitzt wie bei den Zahnwalen einen mäßigen Umfang und spindelförmige Gestalt.

b) Männlicher Geschlechtsapparat.

Die Autoren, welche sich mit der Untersuchung der Harnorgane der Bartenwale beschäftigten, haben meist auch den männ-

lichen Geschlechtsapparat in den Kreis ihrer Untersuchungen gezogen. Als hauptsächlichste Arbeit ist hier wieder die von BEAUREGARD und BOULART und außerdem eine von YVES DELAGES zu nennen, welch letzterer speziell die Genitalorgane einer ausführlichen Beschreibung unterzieht.

α) Aeußere Organe.

Ein größerer Teil des Penis liegt während der längsten Dauer des Embryonallebens außerhalb der Leibeshöhle, frei an die untere Fläche des Abdomens herabhängend, und ist von einer präputialartigen Falte umgeben, die, nachdem die Einstülpung der Rute sich vollzogen hat, der von WEBER so benannten „Penistasche“ entsprechen soll. Wenn diese Bezeichnung WEBER's als solche auch ganz richtig und zweckentsprechend sein mag, sobald der Penis nach innen verlagert und damit diese äußere Hautfalte verschwunden ist, so entspricht diese äußere Strecke aber keineswegs der ganzen späteren Penistasche, sondern nur einem Teil derselben; ich möchte deshalb für diese Partie, solange keine Einstülpung des Penis eingetreten ist und diese Falte frei hervorragt, aus später noch darzulegenden Gründen den von mir bis jetzt schon wiederholt gebrauchten Namen Pseudopraeputium vorschlagen. Bei älteren Embryonen und erwachsenen Tieren ist die Rute immer in eine Vulva-artige Vertiefung eingesenkt, und die in der Litteratur angeführten Beispiele einer teilweisen oder gänzlichen Ausstülpung sind entweder nur durch den Zufall oder durch die Gewalt der bei verwesenden Tieren im Innern der Leibeshöhle sich entwickelnden Gase bedingt, oder aber auch wie BEAUREGARD und BOULART meinen: „le résultat de l'imbibition des tissus à la suite d'un séjour prolongé dans l'eau“.

Bei dem von mir untersuchten männlichen Fötus von Balaenoptera musculus ragt der Penis noch frei an die Bauchoberfläche, und zwar beträgt die Länge des nackten Teils auf der dorsalen Fläche 1,7 cm, auf der ventralen 1,9 cm. Die Hautfalte, die den unteren Teil der Rute bedeckt, steht 1,2 cm von der Bauchwand ab und ist unter Bildung eines spitzen Winkels gegen die letztere geneigt (vid. Taf. IX, Fig. 18). Das Geschlechtsorgan selbst läuft spitz-pfriemförmig zu und zeigt an seinem vorderen Ende eine kleine Krümmung nach links hin. An der äußersten Spitze des Gliedes sehen wir auf der dorsalen Seite desselben zwei kleine Einschnitte, die ein zungenförmiges Stückchen zwischen sich lassen. Etwas unterhalb dieses Einschnittes beob-

achten wir auf der ventralen Seite die Oeffnung der Harnröhre, die als solche erst beim Druck dieses Teiles zu bemerken, da dieselbe durch Faltenbildung verdeckt ist. Die Breite an der Basis des sichtbaren Penisteils beträgt 0,6 cm. Die hervorragende Partie wird nach obigen Zahlenangaben noch nicht ganz zur Hälfte von dem vorhautähnlichen Sacke bedeckt, was mit den von ESCHRICHT gemachten Angaben bei Embryonen von Balaenoptera rostrata und Megaptera boops stimmt, während BEAUREGARD und BOULART bei Balaenoptera Sibbaldii eine größere Strecke des hervorragenden Phallus umhüllt fanden. ESCHRICHT bezeichnete diese Haut selbst noch als echtes Praeputium, da er den ganzen vorderen hervorragenden Teil der Rute noch als Glans penis auffaßte.

Was die Entfernungen des Geschlechtsorgans von dem Nabel und dem After anbelangt, so kann ich nur auf die in KÜKENTHAL's Werk angeführten Zahlen verweisen, woselbst wir eine Reihe genauer Angaben von den verschiedensten Walarten und Stadien verzeichnet finden. Diese Abstände, auf die ESCHRICHT anfangs so großes Gewicht legte, zeigen nur die Eigentümlichkeiten der betreffenden Arten, die bei derselben Species aber immer noch kleinen individuellen Schwankungen unterworfen sein können.

In der Umgebung des Pseudopraeputiums finde ich wohl eine Anzahl längs- und quergestellter Falten (vid. Taf. IX, Fig. 18) auf der umgebenden Bauchhaut, aber keine hiervon entsprechen eigentlich den beiden von BEAUREGARD und BOULART beschriebenen, so besonders hervorstehenden und auffallenden Falten, welchen die Autoren eine so bedeutende Rolle bei der Penisverlagerung beilegen.

Mit BEAUREGARD und BOULART's Hinweis auf den von ESCHRICHT geschilderten Vorgang der Peniseinstülpung möchte ich mich deshalb nicht begnügen, weil die Angaben durchaus nicht sehr klar und begründet sind und sich außerdem in einer neueren Arbeit von STRUTHERS genauere und richtigere Bezeichnungen der Beckenmuskulatur finden als in der ESCHRICHT'schen, der auch YVES DELAGES bei seiner Beschreibung der männlichen Geschlechtsorgane eines erwachsenen Tieres teilweise folgt.

Bevor ich zur Schilderung dieses so interessanten Einstülpungsprozesses gehe, möchte ich im Anschlusse an die STRUTHERS'sche Arbeit eine kurze Darstellung der uns angehenden Muskeln geben und zugleich die von mir beobachteten, abweichenden Befunde mit einflechten.

STRUTHERS unterscheidet drei Gruppen von Muskeln, die mit dem Beckenknochen und Femur in Verbindung stehen, von denen

uns hier nur diejenigen interessieren, die mit den Genitalorganen im Zusammenhange stehen. Zuerst bemerken wir den starken Musculus levator ani (s. Taf. IX, Fig. 18), der die untere Fläche und die seitlichen Teile des Rectum überlagert und sich bis zum After erstreckt. Die Länge des Muskels beträgt 2,1 cm, bei einer Breite von 2,3 cm an seiner vorderen Partie. Nach dem After hin verjüngt er sich, und wir sehen hier nur noch eine Breite von 1,8 cm. Der Muskel strahlt in die starke oberflächliche Aponeurose und das Lig. postpelvicum aus und giebt einige Muskelfaserzüge an den Musculus bulbo-cavernosus und M. ischio-cavernosus ab. Ueberhaupt scheint es bei dem embryonalen Stadium noch nicht zu einer solch specialisierten Sonderung und Trennung der Ligamente und der daran ansetzenden Muskeln gekommen zu sein, wie bei dem von Struthers geschilderten erwachsenen Tiere; es drückt sich vielleicht hierin der genetische Zusammenhang dieser später funktionell so verschiedenen und vollkommen getrennten einzelnen Muskeln mit einer früher gemeinsamen und zusammenhängenden Muskulatur dieser Perineumpartie aus. So ist es mir unmöglich, das von Struthers als stark und deutlich sichtbar geschilderte und gezeichnete Lig. interpelvicum zu finden, an dem sich getrennt der Musculus bulbo-cavernosus, das Corpus cavernosum-penis und der Musculus ischio-cavernosus ansetzen soll; ich finde hier nur einige sehnige Fasern mit in das Muskelgewebe eingelagert, das zu dem hinteren Ende des Beckenknochens zieht; auch liegt das Os ischii dem Musculus ischio-cavernosus noch unmittelbar an, verbunden durch die gemeinsam darüber lagernde oben geschilderte Aponeurose. Es ist kein solcher Abstand zu bemerken, wie ihn die Abbildungen Struthers' geben.

Der Musculus bulbo-cavernosus, der auf meiner Zeichnung durch den Musculus levator ani und die beiden Retractores penis verdeckt wird, lagert sich dem äußersten Ende des Bulbus cavernosus urethrae und den unteren Enden der Corpora cavernosa auf, von den Fasern des Musculus ischio-cavernosus nur durch ein fibröses Band, das letzterem Muskel dicht aufliegt, getrennt.

Der Musculus ischio-cavernosus (vid. Taf. IX, Fig. 18), welcher vom hinteren Ende des Beckenknochens kommt, der bei seinem Beginn nur von wenigen sehnigen Faserzügen durchsetzt ist und noch nicht mit dem von Struthers beschriebenen Ligamentum interpelvicum beginnt, umhüllt anfangs die beiden Corpora cavernosa seitlich und teils ventral und teils dorsal. Der Muskel ist an seiner Anfangspartie äußerst kräftig, diese bedeutende Stärke

erhält sich ungefähr 3 cm weit, worauf der Muskel rasch abnimmt und sich von den seitlichen Rändern des Phallus nach dessen dorsalen Fläche umschlägt, um sodann auf dieser Strecke bald in seine Endfasern auszulaufen. Die Wendung der Musculi ischiocavernosi von den seitlichen Flächen der Corpora cavernosa penis zur dorsalen Fläche tritt allmählich etwas oberhalb der Verschmelzungsstelle der beiden Schwellkörper ein. Die größte Breite zeigt jeder Muskel kurz vor der Vereinigung der zwei Corpora mit 0,6 cm und die größte Dicke mit 1,2 cm ziemlich an der gleichen Stelle.

Jetzt kommen wir zur Betrachtung der uns am meisten interessierenden, für den Einstülpungsprozeß wichtigsten Muskeln, der Musculi retractores penis (vid. Taf. IX, Fig. 18). Diese Muskeln, die wir bei allen männlichen Walen in gleicher Weise bemerken, verlaufen dicht aneinander gelagert längs der ventralen Fläche der Rute, um dann zwischen dem M. levator ani und dem M. bulbocavernosus in der Tiefe zu verschwinden und ihre Fasern mit den beiden eben genannten Muskeln zu verweben. Einige Bündel verlaufen ferner nach dem Rectum, um sich dort zu befestigen, wie wir überhaupt diese beiden Retractores penis sich büschelförmig an ihren hinteren Enden auflösen sehen. Ungefähr in der Mitte der Penislänge hat es den Anschein, als ob die Retractoren aufhören und sich an dieser Stelle inserieren würden (s. Taf. IX, Fig. 16 u. 18), wie es Weber auch bei einer Phocaena communis schildert, doch ist das nicht der Fall. Bis zu dieser Stelle bemerken wir nämlich nur die Muskeln vollkommen frei und in keinem Konnex mit der Rute selbst. Beide Muskeln sind von einer sehnigen Scheide umhüllt, die nun an der fraglichen Stelle, wo die Retractoren scheinbar inserieren, sich verbreitert, äußerst stark wird und den Penis mit umfaßt und einhüllt, so daß wir nun die beiden Muskeln mit dem Penis in diese gemeinsame Scheide eingeschlossen finden. Von dieser Stelle ab sehen wir nun jeden einzelnen Muskel sich allmählich auf die Seite des Phallus wenden unter Zunahme der Faserbündel und Zerfall in zwei Partien, von denen die eine weiter nach vorn läuft, um sich verbreitert an der Umschlagsstelle der Pseudopräputialschleimhaut in den hervorragenden Penisteil zu inserieren (s. Textfig. 7). Diese Umschlagsstelle ist bei vollkommen ausgestülptem Penis durch eine leichte ringförmige Erhebung kenntlich. Wird nun die Rute eingestülpt, so verschwindet auch das Pseudopräputium, aber es repräsentiert uns dann noch nicht die ganze „Penistasche“ (Bezeichnung nach Weber), denn wir finden ja die beiden Muskeln, bevor noch die Verlagerung des Phallus eingetreten

ist, schon eine Strecke weit in der oben besprochenen gemeinsamen fibrösen Penishülle eingeschlossen (s. nebenstehende Fig. und Taf. IX, Fig. 18). Der andere abgespaltene Teil der Muskelbündel verläuft seitlich und strahlt mit seinen Fasern sehnig aus zwischen dem äußeren Integument des vorhautähnlichen Sackes und der inneren pseudopräputialen Schleimhaut (s. nebenstehende Fig.). Was diese zweite abgespaltene Muskelpartie anbetrifft, so mag dieselbe bei der embryonalen Verlagerung der vorhautähnlichen Tasche in die Leibeshöhle mitwirken, sie braucht aber bei dem erwachsenen Tiere für die Erektion des Gliedes, wobei es nicht mehr zur Bildung eines Pseudopraeputiums kommt, von geringer oder keiner Bedeutung mehr zu sein, wie die Muskelfasern ja schon auf diesem Stadium sehr vereinzelt noch in dem zur oben beschriebenen Uebergangsstelle verlaufenden Bindegewebe liegen. Wenn man, der äußeren Penisumhüllung folgend, diese von dem umgebenden Bindegewebe mit der äußeren Vorhautwand gelockert hat, so kann man künstlich den im vorhergehenden schon beschriebenen Einstülpungsprozeß einfach durch Zug der beiden Musculi retractores bewirken, wobei der hervorragende Penisteil und das Pseudopraeputium in das Innere der Leibeswand verlagert werden, und hierdurch jene allen Cetaceen zukommende Pseudovulva-Bildung hervorrufen. Schon Rapp bezeichnete diese zwei Muskeln als die Retractores penis mit den Worten: „Durch zwei schmale, lange Muskeln, welche sich an dem Zellkörper befestigen, kann die Rute zurückgezogen werden“; wie sie später auch Weber und Struthers als solche benennen. Abweichend ist die von Eschricht gegebene Darstellung. Dieser Autor spricht mit vollem Rechte von der erst gegen Ende des

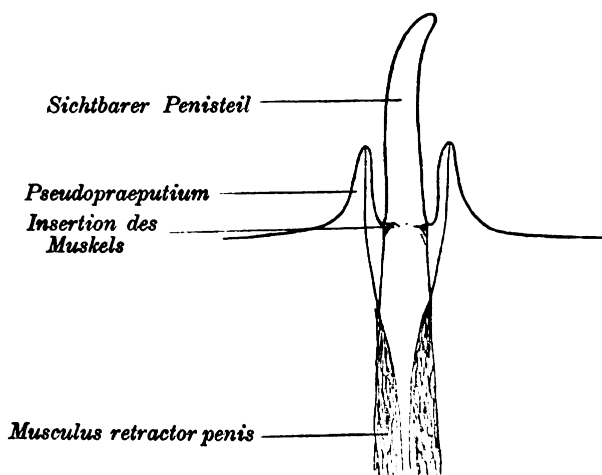


Fig. 7. Schematische Darstellung der Rute mit der umgebenden Bauchhaut und der mit der Peniseinstülpung in Beziehung stehenden Muskeln.

Fötallebens stattfindenden Verlagerung der „Eichel“ und erklärt diesen Prozeß durch die Wirkung der kräftigen Musculi bulbocavernosi, „wenngleich sie (die Einziehung) in der Wirklichkeit ganz gewiß eher als ein Vorgang, ähnlich der bei andern Säugetieren stattfindenden Niedersteigung der Hoden, zu betrachten ist“. Diese Verwandlung soll „anscheinend durch eine sehr bedeutende Krümmung des hinteren Teiles der Rutenzellenkörper“ bedingt sein, wodurch dann auch der sichtbare Penisteil zurückgezogen würde. Was nun die Bezeichnung dieses wirkenden Muskels betrifft, den ESCHRICHT Musculus bulbo-cavernosus nennt, so versteht er jedenfalls den dem Rutenzellenkörper angeschmiegten Muskel, der nach STRUTHERS' vergleichend anatomischen Untersuchungen als Musculus ischio-cavernosus zu bezeichnen ist. Auch YVES DELAGES geht teilweise von der gleichen irrigen Ansicht aus, mit der wir uns nachher noch zu beschäftigen haben werden.

Eine erneute Darstellung ist daher wohl am Platze. Die Untersuchungen DELAGES' litten sachlich an dem Umstand, daß die Verhältnisse am erwachsenen Tiere wegen der enormen Größe schwer zu überschauen waren, und daß außerdem schon Verwesung eingetreten war. Er schreibt: „Dans la portion exertile de la verge, ces muscles sont situés au-dessous,“ damit meint er die beiden vorderen Enden der eigentlichen Musculi retractores penis, während die folgenden Worte: „mais vers la base ils se portent peu à peu sur les côtés et, au niveau de la bifurcation des racines, ils sont tout à fait latéraux“, zwar für dieselben Muskeln gelten sollen, aber nur für die Musculi ischio-cavernosi gelten können, wie er den einzelnen Muskel ja auch selbst dem Musculus bulbo- oder ischio-cavernosus anderer Säuger entsprechen läßt. DELAGES hat demnach den eigentlichen Musculus ischio-cavernosus als solchen und das hintere Ende des Rectractor penis und dessen Verlauf nicht gefunden, daher auch seine eigentümliche Darstellung und Begründung der Funktion dieses Mischmuskels. Keinesfalls ist also das von DELAGES gegebene Schema richtig. Was nun die beiden anderen Muskeln, den Musculus ischio- und bulbo-cavernosus anbetrifft, die wir oben schon betrachteten, so haben sie, nach ihrer Lage und ihrer Insertion zu urteilen, den Zweck, dem Penis eine allgemeine Unterstützung zu verleihen, wie STRUTHERS mit vollem Recht sagt, indem sie das Blut in die vorderen Partien des Corpus cavernosum penis und -urethrae befördern, die Rigidität des Gliedes dadurch bedingen und den Samen in der Urethra weiter vorschnellen, während dem Musculus retrcator

einzig und allein, wie es der Name schon sagt, die Zurückziehung der Rute zukommt, und wie es die Gestalt des Muskels schon vermuten läßt; indem er durch seine Kontraktion einfach gleich einem elastischen Band wirkt, wenn die Erektion der Rute aufgehört hat. Die Rigidität wird einfach durch den großen Blutandrang in die cavernösen Räume der Corpora cavernosa bedingt, indem durch die Volumzunahme in der Längsrichtung des Gliedes und die Gewalt des Blutstroms der Penis aus seiner zusammengerollten Lage nach vorn geschnellt wird. Die erste embryonale Verlagerung ist aber jedenfalls auf Wachstums- und Spannungsverhältnisse in jener Körpergegend zurückzuführen.

Um nun auf den Penis und seine ihn zusammensetzenden Bestandteile zurückzukommen, wollen wir dem männlichen Glied auf seinem Verlauf von außen nach innen folgen. Von einer Glans im Sinne wie bei den übrigen Tieren können wir hier nicht sprechen, da ich nur wenige Schnitte des vordersten Rutenteils vollkommen frei vom Corpus cavernosum penis finde, eine Thatsache, die schon Beauregard und Boulart eingehend besprochen haben. Eine größere Strecke weit sehen wir dann nach hinten hin das cavernöse Penisgewebe nur ein mäßiges Volumen besitzen und überall rings von dem stark entwickelten spongiösen Urethralgewebe eingeschlossen.

β) Innere Organe.

Die Rute setzt sich darauf bei dem Balaenoptera-Embryo nach einem ungefähr $3^1/_2$ cm sichtbaren Verlaufe in schiefer Richtung unterhalb der Bauchdecke fort, um sodann nach annähernd 4 cm die beiden Corpora cavernosa penis abzugeben, die sich, nach hinten und außen gerichtet, weiter fortsetzen und an den Ossa ischii mit ihren sie umhüllenden Musculi ischio-cavernosi inserieren. Die Urethra oder besser gesagt der Canalis urogenitalis geht in gerader Richtung immer noch umhüllt von seinem Corpus spongiosum weiter nach hinten fort, um darauf nach etwa 0,8 cm plötzlich umzubiegen und aus seinem Corpus spongiosum auszutreten und jetzt gerade in entgegengesetzter Richtung zu verlaufen. Das hintere Ende des spongiösen Körpers zeigt eine bulbusartige Anschwellung. Der Canalis urogenitalis geht dann nach kurzem, selbständigem Verlaufe in seinen Prostatateil über, der — sich erweiternd — von einer starken Muskulatur umgeben ist, und in den wir eine Unmenge kleiner Drüsenöffnungen einmünden sehen (vid. Taf. IX, Fig. 20a).

Um die gröbere histologische Zusammensetzung des Penis festzustellen, habe ich eine Reihe von Querschnitten durch die Rute angefertigt. Jedoch kann ich in diesen Angaben kurz sein, da schon YVES DELAGES diese Sache bei einem erwachsenen Balaenoptera musculus einer eingehenden Untersuchung unterzogen hat, und ich hier nur die bei dem Embryo gefundenen abweichenden und von dem Autor noch unerwähnten Befunde angeben möchte. Die Gestalt der Corpora cavernosa penis ist von ihrem Anfange an rund, flacht sich aber dann ab und nimmt darauf nach der Verschmelzung eine größere Strecke weit eine ovale Form an, mit der größeren Achse transversal gerichtet. Auf dem weiter nach der Spitze zu gewendeten Verlauf des jetzt einfachen Corpus cavernosum kehrt sich bald das Verhältnis gerade um, indem jetzt die größere Achse dorso-ventral gelegen ist; am vorderen Ende sehen wir sodann das Corpus cavernosum penis wieder vollkommen abgerundet. Von einer „forte échancrure du côté uréthral" des Schwellkörpers zur Aufnahme der Urethra kann ich nichts bemerken, sondern der Canalis urogenitalis hat auf diesem Stadium überhaupt noch eine große Selbständigkeit bewahrt, indem er mit seiner starken fibrösen Scheide deutlich auf die ventrale Seite vorspringt. Erst nach dem vorderen Ende hin bemerken wir eine solche Ausbuchtung der cavernösen Masse und einen engeren Konnex zwischen Urethra und Corpus cavernosum durch die gemeinsame fibröse Hülle, aber doch läßt sich auch von außen noch deutlich der Verlauf des Harnsamenkanals verfolgen. Die Urethra mit ihrer schwach längsgestreiften Schleimhaut sehen wir innerhalb ihres Corpus cavernosum urethrae eine excentrische Lage einnehmen, indem der Gang viel weiter dorsal gelegen ist. Die ventrale Submucosa nebst Corpus spongiosum und Tunica albuginea bilden eine starke Lage von annähernd 1 mm Dicke, während die dorsale Wandung kaum $^1/_4$ dieser Stärke zeigt; auch dieses Verhältnis ändert sich nach vorn hin etwas, aber immerhin ist ein deutlicher Unterschied noch zu bemerken. Der Harnsamenkanal hat eine in die Breite gerichtete, längliche Form, die sich nach vorn hin wieder abrundet. Die Breite dieses Schlitzes beträgt an dem hinteren Ende des Penis 3 mm. Allmählich wird der Urethraldurchmesser zugleich mit der Abnahme des Rutenumfanges nach vorn hin kleiner, so daß der Mündungsspalt an der Oberfläche des Organs nur wenig über $^1/_2$ mm beträgt.

Zwischen den beiden Corpora cavernosa penis finden wir eine fibröse Scheidewand, die von den ausstrahlenden elastischen Faser-

bündeln der Schwellkörper gebildet wird, indem sie sich an dieser Stelle enger untereinander verweben. Dieses Gebilde verhält sich auf der Längsstrecke des Penis sehr verschieden in Form, Ansatzstelle etc., wovon uns DELAGES eine genaue Schilderung giebt. Diese Bildung nun konnte es einzig und allein sein, die den Glauben an einen Penisknochen bei den Cetaceen hervorrief, wie denselben CUVIER, SIEBOLD und STANNIUS und andere Autoren erwähnten.

Noch auf einen Punkt möchte ich zurückkommen, der in der Litteratur erwähnt wird, es ist die von MURIE bei einer Balaenoptera musculus beobachtete zweite Durchbrechung der Harnröhre auf der ventralen Seite des Penis, die noch caudalwärts von der eigentlichen Oeffnung gelegen ist. Ob diese Durchbrechung des Canalis urogenitalis normal oder nur das Ergebnis eines krankhaften Prozesses ist, will MURIE nicht mit Sicherheit behaupten. Wir haben es hier jedoch ganz sicher mit einem pathologischen Befunde zu thun.

Verfolgen wir nun den Canalis urogenitalis rückwärts nach seinem Austritt aus den Corpora cavernosa penis et urethrae, so sehen wir denselben kurz nach seiner oben schon erwähnten Krümmung sich in den Prostatateil erweitern. Die Vorsteherdrüse zeigt eine plane dorsale Fläche, die ventrale ist hingegen gleich der dorsalen Blasenfläche wieder konvex vorgewölbt. Die Länge der Pars prostatica beträgt 2,3 cm, bei einer größten Breite von 1,1 cm in ihrer mittleren Partie. Beim Oeffnen der Vorsteherdrüse scheint nun der Harnsamenleiter blind in 2 Zipfel zu endigen. Auf der Dorsalseite bemerken wir in der Prostata einen stark hervorspringenden Kamm dicht mit Drüsenöffnungen besetzt (vid. Taf. IX, Fig. 20a). Schauen wir genau zu, so finden wir etwa zwischen vorderem ersten und zweiten Drittel dieses Kammes eine Oeffnung von kleeblattartiger Gestalt (vid. Taf. IX, Fig. 20b); bei Einführung einer Schweinsborste stoßen wir auf Widerstand, während die Wände, sowohl die ventralen als auch die lateralen dieses Wulstes von dieser Stelle ab nach innen hin bewegt und verschoben werden können. Diese Oeffnung nun ist die Ausmündungsstelle des Blasenhalses, der gangartig weit in den Prostatateil vorgeschoben ist und nicht in voller Breite, wie sonst bei den Säugern, einmündet. Oeffnen wir jetzt auch das Collum vesicae von der Vesica urinaria aus, so verstehen wir es vollkommen, warum das Eindringen einer Sonde so viel Schwierigkeiten bereitete; wir beobachten nämlich hier 3 Falten nach der Mündung hin verlaufen, von denen die

mittlere noch 4 zackenartige, äußerst kleine Fortsätze trägt. Die dorsale Stelle der Blasenhalswand, nach der wir die Falten konvergieren sehen, ist selbst wieder etwas hervorgewölbt, und gleich hinter diesem höchsten Punkte senkt sich ein Grübchen in die Prostatawandung ein (s. Taf. IX, Fig. 20a). Diese dorsale Hervorwölbung entspricht dem Colliculus seminalis und das Grübchen der Vesicula prostatica (Uterus masculinus). An dem hintersten Ende dieser kleinen Tasche, der Prostata zugewendet, sehen wir nun die beiden Vasa deferentia münden. Die Samenleiter durchlaufen, von diesen Mündungsstellen schief nach vorn gerichtet, die Prostatawand und sind bei ihrem Austritt aus der Vorsteherdrüse dicht bei einander gelagert. Der Durchmesser der Vasa deferentia ist ein äußerst geringer. Die beiden Gänge setzen sich nun eine Strecke weit nach vorn weiter, um dann rasch unter einem Winkel von annähernd 90° seitlich nach den Testikeln hin umzubiegen. Auf diesem Verlaufe zeigen dieselben einige schwache Windungen, während sich mittlerweile der Durchmesser der Gänge auch erweitert hat. Die Kenntnis dieses weiten Hervorragens des Blasenhalses in den Prostatateil verdanken wir Delages, doch fand dieser Autor keine Spur eines Uterus masculinus, wie er ausdrücklich noch bemerkt. Die beiden rosettenförmigen Oeffnungen der Samenleiter mündeten bei dem erwachsenen Tiere an den Seiten einer kleinen, den Blasenhals durchsetzenden Falte, die der mittleren, von mir oben geschilderten entsprechen dürfte. In einer neueren Arbeit beschreiben auch Beauregard und Boulart eine Vesicula prostatica.

Der gangförmig enge, nur von einer kleinen Oeffnung durchbohrte Blasenhals kann nun bei der Begattung von großer funktioneller Bedeutung sein, indem nämlich durch die Anschwellung des Schnepfenkopfes (Colliculus seminalis), den wir ja gewöhnlich von reichlichen Blutgefäßen durchsetzt sehen, und den Druck des Prostatamuskels, der die dorsalen und lateralen Wandungen des Collum vesicae zusammenpreßt, ein vollständiger Verschluß gegen den Blasenteil hervorgerufen werden kann. Dann stößt der Colliculus seminalis an die Wandungen dieser Röhre an und die Mündungen der Vasa deferentia werden der ventralen Oeffnung des Blasenhalses näher gebracht; der Samen kann dann ohne eine Gefahr des Dazwischentretens von Harn nach außen befördert werden.

Verfolgen wir nun die Samenleiter auf ihrem Verlaufe nach dem Hoden und Nebenhoden hin, um letztere einer eingehenden Betrachtung zu unterziehen, so müssen wir auf einen Befund auf-

merksam machen, den schon ESCHRICHT mit den Worten erwähnt: „Bemerkenswert ist die Querfalte des Bauchfells, worin sie (die Samenleiter) in ihrer Querlage eingehüllt sind". ESCHRICHT hat bis jetzt allein auf diese so interessante Thatsache aufmerksam gemacht, während alle späteren Untersucher seine Bemerkung unbeachtet ließen. Wirklich liegt der Samenleiter in diese dem Ligamentum latum des weiblichen Geschlechtes entsprechende Bauchfellfalte eingebettet.

Nun kommen wir zur Schilderung des Hodens und Nebenhodens und ihren Befestigungen in der Leibeshöhle. Die Testikel zeigen hier eine höchst eigentümliche Gestalt und passen durchaus nicht auf die Angaben ESCHRICHT's und BEAUREGARD und BOULART's, die denselben elliptisch-cylindrische Gestalt zuschreiben. Wir bemerken nämlich von der ventralen Seite her den Hoden als ein dem Nebenhoden dicht anliegendes, keulenförmiges Gebilde, dessen Spitze nach hinten gerichtet ist (s. Taf. X, Fig. 22a). Etwa in der Mitte des dorsalen Testikelteils bricht nun die übrige Partie des Hodens höckerförmig hervor und legt sich, eine Spirale beschreibend, die caudal- und ventralwärts gerichtet ist, mit ihrem hinteren Ende neben die Spitze des keulenförmigen ersten Hodenteils (vid. Taf. X, Fig. 22a u. b). Entfernen wir den gemeinsamen Ueberzug, so können wir ziemlich leicht eine natürliche Spalte zwischen diesen beiden Teilen erzeugen, aber diese Furche besteht nur in der hinteren Partie, da im mittleren dorsalen Teile ein dichter Zusammenhang des Hodenparenchyms existiert. Diese buckelförmige Wölbung sehen wir bei dem linken Hoden stärker ausgeprägt als bei dem rechten. Der rechte Testikel erreicht eine Länge von 3,2 cm, bei einer größten Breite von 0,7 cm (ungefähr in der Mitte), während der linke nur 2,6 cm lang ist und eine stärkste Breite von 0,9 cm (auch in der Mitte gemessen) zeigt. Der Hoden wird vom Epididymiskopf Helmraupen-artig überragt und zwar bemerken wir den linken Nebenhoden 0,5 cm, den rechten 0,7 cm hervorstehen. Die am vorderen Ende aus dem Hodenparenchym hervorbrechenden Vasa efferentia zeigen einen schräg nach oben und seitlich nach dem Nebenhoden hin gerichteten Verlauf; diese Gänge vereinigen sich dann in den Coni vasculosi zu dem Vas deferens, das in zahlreichen Windungen und Schleifenbildungen, die äußerlich schon durch den Bauchfellüberzug sichtbar sind, den Nebenhoden durchläuft. Die Epididymis ist dem Testikel zwar dicht angeschmiegt, aber beide stehen nur an ihrem vorderen Ende in engem Konnex. So läßt sich der Nebenhoden leicht zu-

rückklappen, und wir sehen dann die Bursa testis in Form einer tiefen, schmalen Spalte. Die Hoden werden durch die seitlich von den Nieren gelegenen Plicae diaphragmaticae in der Leibeshöhle befestigt. Diese beiden Bänder erstrecken sich noch weit nach vorn, und ihre letzten Spuren sind nicht mehr allzuweit von dem Zwerchfell entfernt (s. Taf. X, Fig. 23). Mit ihrem hinteren Ende liegen die samenbereitenden Organe ziemlich dicht an der Leibeswandung an, und wir sehen von jedem einen festeren Strang, den schon Eschricht beschreibt und als Mesorchiagos bezeichnet, zur Seitenwand hinziehen. Die Hoden mit den zugehörigen Nebenhoden liegen der Medianebene ziemlich parallel und konvergieren mit ihren hinteren Enden nur äußerst wenig.

Zusammenfassung.

Die präputialartige Hautfalte bedeckt den noch weit an die Körperoberfläche ragenden Penisteil nicht ganz zur Hälfte. Die wirkenden Muskeln bei dem Einziehen der Rute sind die beiden Musculi retractores penis. Ein Penisknochen ist auch bei den Balaenopteriden nicht vorhanden. Der Blasenhals ragt weit in den Prostatateil und zeigt eine kleine, auf der dorsalen Seite der Vorsteherdrüse mündende Oeffnung. Ein Uterus masculinus ist zu bemerken. Die Vasa deferentia sind in einer dem Ligamentum latum ähnlichen Bauchfellfalte eingebettet. Die Hoden zeigen eine eigentümliche Gestalt, indem auf ihrer dorsalen Fläche ein höckerförmiger Wulst hervorspringt. Die Plica diaphragmatica ist noch gut entwickelt. Die Epididymis überragt den Testikel noch eine Strecke weit.

c) Weiblicher Geschlechtsapparat.

Die weiblichen Geschlechtsorgane der Balaenopteriden werden zuerst eingehend beschrieben von Eschricht und zwar bei einem erwachsenen Tiere und einem Embryo der Species Bal. rostrata. Turner giebt später eine Darstellung des äußeren weiblichen Genitalapparats einer Balaenoptera Sibbaldii. Dann folgen Beauregard und Boulart mit der schon öfters citierten Arbeit, in der sie die weiblichen Geschlechtsorgane einer erwachsenen Balaenoptera musculus sowie mehrerer Embryonen von Balaenoptera Sibbaldii schildern.

α) Aeußere Organe.

Die äußere Geschlechtsöffnung läßt namentlich mit ihrer hinteren Kommissur eine Verschiebung nach links hin erkennen (s.

Taf. IX, Fig. 21). Ziehen wir die Medianlinie von der Mitte des Nabels zum After hin, so sehen wir, daß diese am rechten äußeren Praeputium- und Clitorisrand entlang geht. Anus und Vulva sind durch eine Hautbrücke, die fast gänzlich glatt ist, vollkommen getrennt und der After nicht wie bei den erwachsenen Denticeten noch in die hintere Kommissur mit eingeschlossen. Der Abstand zwischen beiden Oeffnungen beträgt 0,9 cm. Die Vulva zeigt eine länglich-ovale Gestalt und wird von den beiden schon ziemlich stark hervorspringenden und durch unterlagernde Fettpolster konvex aufgeworfenen großen Schamlippen begrenzt. Die beiden Labia majora konvergieren sowohl mit ihren vorderen als auch hinteren Enden, aber bevor es noch zu einer Verschmelzung kommt, lagert sich zwischen die vordere Kommissur die Clitoris ein. Außer der nach links verschobenen hinteren Kommissurfurche bemerken wir zugleich noch eine stärker hervortretende Rinne, die in Verbindung mit der erstgenannten jene dreieckige, unpaare, von Beauregard und Boulart und anderen Autoren geschilderte Falte bilden helfen würde, die sich bei den erwachsenen Tieren zwischen die Commissura posterior einschiebt (vid. Taf. IX, Fig. 21). Jedenfalls ist diese Falte auf dem von mir untersuchten Stadium noch nicht deutlich sichtbar und die seitliche rechte Furche spielt kaum eine größere Rolle wie die übrigen zahlreichen Spaltenbildungen auf den Labialrändern. Aber immerhin ließe sich durch eine weitere Vertiefung dieser einen Spalte die den erwachsenen Balaenoptera-Arten so wesentliche hintere Kommissurfalte erklären. Oralwärts von der Clitoris wölbt sich im Gegensatze zu Beauregard und Boulart, die an dieser Stelle von einer „profonde et longue dépression“ sprechen, die dreieckige Gestalt haben und zwischen 2 nicht allzu tiefen Furchen verlaufen soll, ein halbcylindrischer Mantel hervor (vid. Taf. IX, Fig. 21). Auch diese Bildung könnte durch spätere Dehnung in dieser Gegend einer Einsenkung, die mit diesen Worten von den Autoren beim Erwachsenen beschrieben wird, Platz machen. Ueber die Clitoris und die daran inserierenden Labia minora und das den Kitzler nur wenig bedeckende Praeputium erhalten wir von Beauregard und Boulart eine genaue Beschreibung und Zeichnung. Nur in Kleinigkeiten weicht dieser Embryo von dem an dem erwachsenen Tiere festgestellten Befunde ab. So beobachten wir eine bedeutend stärkere konvexe Krümmung der Clitoris dorsalwärts und nach innen hin, als es die Zeichnung der Autoren giebt; die beiden vorderen Läppchen an der Spitze des Kitzlers treten rüsselartig

hervor, während die beiden unteren und hinter diesen gelegenen kleiner sind. Auch ist die Entfernung vom hinteren Basisrande der Clitoris bis zur Papille, worauf wir die Urethra münden sehen, eine im Verhältnis viel bedeutendere, als es Schilderung und Zeichnung der genannten Autoren angeben. Der Abstand vom vorderen Basisrande bis zu den vorderen rüsselartigen Läppchen des Kitzlers beträgt 0,7 cm, die Basislänge 0,5 cm und der Querdurchmesser etwa in der Mitte der Clitorishöhe 0,25 cm. Die Zitzen liegen zu beiden Seiten des äußeren Geschlechtsorgans ungefähr in der mittleren Partie desselben als zwei längliche Spalte; die Entfernung von der Mammaröffnung bis zum Vulvarande beträgt rechts 0,8 cm, links etwa 1 cm. Die Vulva selbst zeigt eine Länge von nahezu 2 cm und eine Breite von ungefähr 1 cm. Die schon oben beschriebenen Furchen der Labialränder setzen sich konvergierend nach der Vaginalöffnung fort (s. Taf. IX, Fig. 21 u. Taf. X, Fig. 25).

β) Innere Organe.

Eschricht beschreibt die Lage der Organe bei einem 11 Zoll langen Balaenoptera rostrata-Embryo als symmetrisch zur Medianlinie, so auch den Uterus und dessen beide Hörner. Anders verhalten sich meine Befunde an dem weiblichen Embryo. Der Uteruskörper ist hier weit nach rechts fast 2 cm aus der Medianebene verlagert, ebenso ist das Verhältnis bei der Blase und den dieselbe umgebenden Blutgefäßen, wovon ein Drittel nach links, die anderen zwei Drittel nach rechts von der Körpermittellinie gelegen sind.

Vagina und Uteruskörper haben eine Länge von 8,3 cm. Die Scheide erweitert sich anfangs, um dann allmählich nach vorn hin schmäler zu werden, nur kurz vor dem Uterusanfang bemerken wir wieder eine kleine Verbreiterung. Der Gebärmutterkörper zeigt eine Länge von etwa 2 cm. Die Länge der beiden freiwerdenden Uterushörner beträgt dem von ihnen beschriebenen Bogen nach fast 7 cm. Die äußerlich sichtbare Gabelungsstelle der Cornua uteri und das Ende des linken Uterushorns liegen auf gleicher Höhe, indem das Horn in einem nach vorn gekrümmten, konvexen Bogen zum Oviduct hinzieht. Das Ende des rechten Uterushornes hingegen sehen wir 1,5 cm weiter oralwärts gelegen. Diese letztere Thatsache ist durch die verschiedene Lagerung der Ovarien bedingt, so ragt das rechte Ovarienende

etwas über 1 cm weiter nach vorn. Beide Eierstöcke ziehen noch eine Strecke lang auf der gleichen Höhe mit den hinteren Nierenzipfeln, so daß das linke Ovar noch 2,1 cm weit den lateralen Rand der entsprechenden Niere deckt, wärend das rechte sogar das hintere Nierenende auf einer Strecke von 1,9 cm etwas abschrägt und dadurch eine kleine Fläche hervorruft.

Die beiden Eierstöcke sind von sehr verschiedener Gestalt; der rechte ist annähernd oval mit vorn mehr zugespitztem und hinten abgerundetem Ende, bei dem linken sehen wir das umgekehrte Verhältnis, der Eierstock ist länglich, an seinem vorderen Ende verbreitert, nach hinten sich allmählich verjüngend. Die Maße sind für das linke Ovarium, was die Länge anbetrifft, 3,7 cm, bei einer größten Breite (am vorderen Ende) von 1,7 cm; am hinteren Ende sehen wir dann nur noch eine Breite von kaum 1 cm. Das rechte Ovarium hat eine Länge von 3,6 cm, die größte Breite beträgt ungefähr in der Mitte des Organs 1,5 cm. Bei der Oeffnung der Leibeshöhle sehen wir nur den vorderen Teil der Eierstöcke, indem die übrige Partie hinter dem Ligamentum latum und den Uterushörnern gelegen ist. Die vorderen sichtbaren Teile setzen sich kapuzenartig auf die Enden der Cornua uteri auf (s. Taf. X, Fig. 24), während der hintere, verdeckte Teil sich in konkavem Bogen nach unten erstreckt. Die Oberfläche des Ovariums zeigt starke Furchen, die in verschiedenen Richtungen verlaufen und dem Ganzen ein ähnliches Aussehen verleihen, wie wir es bei dem Großhirn mit seinen Gyri und Sulci bemerken.

Von den äußeren Enden der Uterushörner verlaufen die Oviducte in stumpfen Winkeln von annähernd 120° nach oben, den Ovarien entlang. Auf dem Wege zum Ostium abdominale beschreibt jede Tube mehrere eng aneinander lagernde Schlingen, von denen abwechselnd die eine auf der ventralen, die andere auf der dorsalen Seite des sie umschließenden Ligamentum latum hervortritt. Von diesen Schleifenbildungen und den Beziehungen derselben zum breiten Mutterbande geben uns Beauregard und Boulart eine hübsche Zeichnung eines Balaenoptera Sibbaldii-Embryos. Eigentümlich ist, daß die eben erwähnten Autoren bei dem erwachsenen Balaenoptera musculus die Oviducte als gerade verlaufend und ohne jene Schleifen schildern. Das Ostium abdominale mit seinen feinen, nach dem Oviduct konvergierenden Falten zeigt einen vollständig glatten äußeren Rand. Zwischen den Ovarien und Oviducten kann ich keine Spur eines Parovariums erblicken.

Nur Eschricht unterzieht die mit den Geschlechtsorganen

in Verbindung stehenden Bänder einer kurzen Betrachtung. Ziemlich vom oralen Ende des Ovariums zieht nach dem vorderen Ende des Ostium abdominale ein kurzes, aber straffes Band. Zwischen dem zweiten und letzten Drittel des Eierstockes sehen wir ein größeres 1,5 cm langes Band schief nach unten zum Uterushorn verlaufen, welches uns das Ligamentum ovarii darstellt. Zwischen den beiden jetzt genannten Ligamenten sehen wir eine kurze, quergehende Plica, welche auf der linken Seite das Ovarium und eine der Oviductschlingen verbindet; auf der rechten Seite ist diese Falte viel kürzer und erreicht den Eileiter nicht mehr. Ein weiteres Band tritt vom hinteren Ende des Eierstocks kommend, schräg medialwärts auf die dorsale Seite des Ligamentum latum, woselbst wir es noch 3 cm weit deutlich verfolgen können; links erstreckt sich die entsprechende Falte nur 2,5 cm weit. Die am vorderen Ende der Tube sich ansetzende Plica diaphragmatica ragt anfangs weit in die Leibeshöhle, sie erstreckt sich seitlich von der Niere gelegen nach vorn, allmählich an Höhe abnehmend (vid. Taf. X, Fig. 24). Als sehr schwache Falte dehnt sie sich noch weit nach vorn aus, das Diaphragma wird jedoch nicht mehr erreicht. Ventralwärts zieht wieder eine stärkere Falte vom Beginn des Uterushornes längs über das breite Mutterband zur Inguinalgegend, das sogenannte Ligamentum teres uteri, das sich dann in das Peritoneum umschlägt (vid. Tafel X, Fig. 24).

Die beiden Ovarien sind längs ihres äußeren Randes gespalten; in diesen Einschnitt erstreckt sich nun eine vom Ligamentum latum sich abtrennende Falte; hierdurch werden die Ovarien fixiert. Auch sehen wir in diesen hilusartigen Einschnitt, wovon Beauregard und Boulart eine anschauliche Zeichnung geben, die die Eierstöcke versorgenden Blutgefäße ein- und austreten. Durch das obere zum Ostium abdominale ziehende Band und das eigentliche Lig. ovarii kommt, in Verbindung mit der eben dargestellten, den Boden bildenden Brücke, eine Tasche, die sogenannte Bursa ovarii, zu stande. Das größte und stärkste Band, das Ligamentum latum, dehnt sich zwischen dem Uterus und den Hörnern aus und schlägt sich dann auf der Seitenwandung des Körpers in den allgemeinen Bauchfellüberzug um.

Was die voluminösen Massen anbetrifft, die Beauregart und Boulart bei der 12 m langen Balaenoptera musculus inmitten des breiten Mutterbandes seitlich vom Uterus fanden, so treten sie bei dem Jugendstadium noch lange nicht in dem Maße auf und sind hier nicht annähernd zu vergleichen mit der von

den Autoren gegebenen Zeichnung. Ueberhaupt springen sie hier nicht sichtbar aus dem an und für sich schon äußerst starken Ligamentum latum hervor. Erst beim Befühlen dieser Stellen erkennen wir ein schwammig sich angreifendes und leicht bewegliches Gewebe und einen nicht allzu starken Dickenunterschied gegenüber den benachbarten Partien. Besonders deutlich ist diese Masse, die Beauregard und Boulart als aus Fett und Blutgefäßen bestehend schildern, auf der rechten Seite; aber sie bildet keineswegs einen so eng umschriebenen Bezirk, wie er von den oben erwähnten Autoren angegeben wird. Die Masse dehnt sich hier hauptsächlich auf die oberen Partien des Ligamentes aus.

Die Ovarien konvergieren in natürlicher Lage nur schwach; das linke zeigt sich sogar fast parallel der Medianlinie, das rechte läßt hingegen eine stärkere Neigung mit dem hinteren Ende nach der Mittellinie hin bemerken.

An der Uebergangsstelle der Vulva zur Vagina sehen wir noch zwei bedeutende Gruben von hinten nach vorn sich vertiefend auf der Dorsalseite der Scheide (vid. Taf. X, Fig. 25), denen zur Seite noch je eine ähnliche, aber kleinere und weniger tiefe Furche liegt. Die untere Vulvapartie geht in schräg oraler Richtung in die Vagina über, welch letztere sich durch ihre dicht gedrängten, feinen Fältchen sofort bemerklich macht. Die Scheidenöffnung selbst ist eine äußerst kleine, was durch die vorgelagerte Clitoris und die stark einspringenden großen Schamlippen bedingt ist, die aber durch Druck und Dehnen leicht vergrößert werden kann. Die anfangs kleinen Fältchen sehen wir mit zunehmender Stärke der Vaginalwand nach vorn hin auch höher und kräftiger werden. Bevor wir aber dieses deutlichere Hervortreten der Fältchen im Vaginalteil beobachten, macht die Scheide eine starke Einknickung dorsalwärts und erreicht hier ihre größte Breite. Darauf krümmt sich die Vagina wieder nach vorn und ventralwärts in konvexem Bogen, allmählich an Breite abnehmend und an Stärke der äußeren Muskelwandung zunehmend, nach dem Uterus hin. Die Faltenbildung im übrigen Vaginateil ist äußerst merkwürdig, da Beauregard und Boulart bei der erwachsenen Balaenoptera musculus nur vier Faltengürtel erwähnen. Die von mir bei dem Fötus gefundene Bildung deckt sich eher mit der auch von den oben genannten Forschern gegebenen Darstellung eines Balaenoptera Sibbaldii-Embryos. Ich kann im Scheidenteile 12 solcher deutlichen und meist geschlossenen Faltenringe beobachten; aber kaudalwärts von dieser befinden sich noch

wenige, die schwach hervorragen und nicht geschlossen sind (s. Taf. X, Fig. 25). Die ersten unteren Ringe sind nur durch höheres Hervorspringen der einzelnen Fältchen veranlaßt, während bei den folgenden auch immer der betreffende Teil der Vaginalwandung mit in das Lumen einspringt und so einen Gürtel bildet, worüber die Falten verlaufen. Diese Ringfalten zeigen in der größeren hinteren Partie der Scheide ihr engeres Lumen immer der Vulva zugekehrt, und der vordere freie Rand einer jeden solchen Zone überdeckt dachziegelartig die Basis des nächst folgenden Gürtels. Etwa nach 10 solcher Falten sehen wir die Muskulatur stark in das Vaginallumen hervorspringen und einen Zapfen nach vorn sowohl wie nach hinten absenden, auch über diesen ringförmigen Gürtel erstreckt sich die stark halskrausenartig gefaltete Schleimhautbekleidung (s. Taf. X, Fig. 25). Von diesem einspringenden Wulst ab entsteht eine Aenderung in der Richtung der von diesen Ringen gebildeten Oeffnungen; während wir bei allen erst genannten das Lumen immer nach der Vulva hingewendet fanden, tritt jetzt das umgekehrte Verhältnis ein. Bei den beiden nächsten Faltengürteln sind die Muskelzapfen von hinten nach vorn gerichtet, und die von den Schleimhautfalten gebildete Oeffnung wendet sich nach dem Uterus hin. Eine scharfe Grenze zwischen Gebärmutter und Vagina zu ziehen fällt hier schwer. Jedenfalls ist die Grenze dort zu setzen, wo wir eine Veränderung der Faltenbildung eintreten sehen. Diese Stelle ist nun hinter dem letzten queren Ringe gelegen, woselbst wir die Längsfalten mit breiter Basis der Schleimhaut entspringen und nur wenig in das Uteruslumen einragen sehen. Vorher bemerken wir (vid. Taf. X, Fig. 25) die Scheide noch einmal etwas an Volumen zunehmen, bald aber nach dem Uterus hin sich wieder verengern. Nach beiden, zuletzt geschilderten Ringen nimmt die Zahl der Schleimhautfalten ab, auch werden dieselben an ihrer Basis breiter und die Furchen sind weniger tief. Diese Falten durchziehen den ganzen Uteruskörper und setzen sich auch auf die Cornua uteri fort und zwar der größte Teil derselben auf das linke; nur wenige verschwinden in dem rechten Horn, so daß es den Anschein hat, als ob letzteres nur in das linke eingepfropft sei. Der größere Teil des Uteruskörpers dehnt sich auf das linke Horn aus, aber ich möchte nicht mit Beauregard und Boulart annehmen, daß der untere Teil des linken Horns noch zum Uteruskörper selbst gehört und das wirklich linke Horn erst eine Strecke weit oberhalb der Einmündungsstelle des rechten beginnt, und zwar bin ich zu dieser meiner Ansicht dadurch veranlaßt worden, daß auf der gleichen Höhe an dieser

Stelle eine schwache Einschnürung des Gebärmutterkörpers stattfindet. Auch verlaufen im Uteruskörper die meisten Falten parallel, und nur wenige sehen wir untereinander verschmelzen; anders verhält es sich in den Hörnern, wo wir die Furchen mehr in wellenförmigen Linien angeordnet und häufiger anastomosierend sehen (s. Taf. X, Fig. 25).

Die Gebärmutter ist, wie allgemein bekannt, auch bei den Balaenopteriden zweihörnig. Die beiden Cornua, die äußerlich schon zum Uterus vereinigt scheinen, laufen noch 1,7 cm eng zusammenliegend nebeneinander her, um dann erst zu verschmelzen.

Zusammenfassung.

Die äußeren sowohl, wie die inneren Geschlechtsorgane zeigen eine asymmetrische Lage zur Körpermedianen. After und hinteres Vulvaende sind durch ein deutliches Perineum voneinander getrennt, während wir bei den erwachsenen Zahnwalen die Afteröffnung immer zwischen die hintere Commissur mit eingeschlossen finden. Das Praeputium und die Labia minora sind nur schwach entwickelt. Der Gebärmutterkörper ist wieder sehr klein gegenüber der langen Vagina. Die Ovarien sind an ihrer Oberfläche reichlich gefurcht und von bedeutend größerem Umfange als wir sie bei einer ungefähr ebenso großen, aber erwachsenen Phocaena sahen. Die Oviducte zeigen bei diesem Stadium noch keinen geraden Verlauf, sondern lassen mehrfache Schlingenbildung erkennen. Das Ostium abdominale ist vollkommen von Fimbrien frei. Die mit dem Geschlechtsapparat in Verbindung stehenden Ligamente sind gut entwickelt. Die von Beauregard und Boulart im Ligamentum latum eingelagerte voluminöse, fett- und blutgefäßreiche Masse war auf diesem Stadium noch wenig entwickelt. Die Vagina zeigt bei diesem Embryo noch eine äußerst zahlreiche Ringfaltenbildung. Das rechte Uterushorn ist dem Uteruskörper gewissermaßen eingepfropft und hat hierdurch an Selbständigkeit dem linken gegenüber bedeutend verloren.

Gesamtzusammenfassung.

Wir konnten durchgängig bei allen beschriebenen Arten mit fortschreitender Entwickelung vom Embryo bis zum erwachsenen Wale eine stärkere Zunahme des Längenwachstums der Niere gegenüber dem Breitenwachstum konstatieren. Was kann nun der Grund einer solchen

Wachstumsänderung sein? Ich glaube, es ist nicht schwer, eine Ursache hierfür zu finden, wenn wir uns die Körperform einer Reihe von Embryonen der verschiedensten Entwickelungsstufen anschauen (conf. KÜKENTHAL, Bd. II, Taf. XIV, XV, XVII und XVIII). Wir treffen hier bei den kleineren Stadien eine ähnliche Körperform an, wie wir sie bei unseren übrigen landbewohnenden Mammalienformen beobachten. Kopf und Rumpf sind noch durch einen schwach angedeuteten Hals abgesetzt, der Rumpf geht gleichmäßig nach hinten, ja er erweitert sich sogar etwas nach dem Abdomen hin; an diesen Rumpf nun setzt sich ohne Uebergang ein kurzer, stark nach vorn gekrümmter Schwanz an. Schauen wir uns sodann größere Embryonen an, so können wir keine so scharfe Grenze mehr zwischen diesen 3 Körperregionen ziehen, die eine geht in die andere allmählich über. Diese früher scharf abgegrenzten Stellen nun müssen es sein, die bei einem solchen Prozeß eine starke Umwandlung erfahren. Wir wollen uns jetzt nur mit der uns speciell interessierenden Gegend befassen, die zwischen Rumpf und Schwanz gelagert ist. Um diesen Prozeß des allmählichen Ueberganges dieser 2 Regionen zu vollziehen, müssen sich beide Körperteile daran beteiligen, indem einmal der Schwanzteil an Volumen stärker zunimmt, das andere Mal der Abdominalteil in der Nachbarschaft der Grenze im Verhältnis an Größe zurückbleibt. Zugleich mit dem eben geschilderten Vorgange geht auch eine Aenderung der Achsenverhältnisse in dieser Gegend vor sich, indem der früher rundliche oder schwach ovale Querschnitt (mit transversaler Längsachse) sich abändert. Die transversale Achse bleibt an Größe zurück, während die Sagittalachse sich bedeutend vergrößert; hierdurch erhält die Körpergegend eine kielförmige Gestalt. Daß nun die in dieser Partie lagernden und benachbarten Organe einer Gestaltsveränderung mit unterworfen sind, ist klar. Eines dieser Organe ist nun auch die Niere. Welche Auswege bleiben bei diesem Vorgange jetzt dem an der Rückenwand befestigten Organe beim Wachstum? Erstens, da das Breitenwachstum gestört wird durch die Verkürzung der Transversalachse, ein Zunahme in sagittaler Richtung, welche Achse sich ja auch bedeutend vergrößert, und zweitens in der Längenrichtung. Die Zunahme in der ersteren Richtung ist aber so ziemlich ausgeschlossen oder nur wenig maßgebend, da ja die übrigen Organe, die in derselben Gegend liegen, einem gleichen Druck ausgesetzt sind und eine Vergrößerung der Nieren in dieser Richtung nicht oder nur untergeordnet zulassen würden, außerdem aber nehmen auch die in den Dienst der Schwimm-

bewegung gezogenen Psoasmuskeln bei einer so gewaltigen ihnen zukommenden Aufgabe bedeutend an Stärke zu und treiben die auf ihnen ruhenden Nieren schon weit in die Bauchhöhle vor. Eine Zunahme ist in transversaler Richtung demnach kaum denkbar und also nur in der Längsrichtung möglich. Aber ist eine gesteigerte Körperverlängerung in dieser Region thatsächlich vorhanden? Dieses stärkere Wachstum konnte ich sehr gut bei Phocaena beobachten, indem ich die Länge der Wirbelkörper nebst Zwischenwirbelscheiben des kleinsten Embryos mit der Länge der entsprechenden Wirbel bei einer erwachsenen Phocaena verglich. Da konnte ich wirklich ein stärkeres Wachsen der Wirbelkörper in der Lumbal- als in der Thoracal- oder gar in der Cervicalgegend konstatieren. Auch ESCHRICHT hat schon die gleichen Beobachtungen über das größere Wachstum der Lumbal- und Caudalwirbel auf ihrer ventralen Fläche bei Balaenoptera rostrata gemacht und erklärt „die Lendengegend sehr lang, weit länger als bei irgend einem anderen Säugetier“. Nun liegt aber die Niere beim erwachsenen Wale, wie wir bei Phocaena schon sahen, der gleichen Anzahl von Wirbeln und den nämlichen Wirbeln parallel, demnach nimmt sie auch mit dem Wachstum der Vertebrae selbst an Größe in dieser Richtung zu.

Die Renes zeigen uns bei allen Embryonen an Zahn- oder Bartenwalen auf mittlerer Entwickelungsstufe 3 deutliche Flächen, die auch den erwachsenen Denticeten als charakteristisch zukommen. Daß es auch Ausnahmen giebt, zeigt unser Befund an der graviden Phocaena communis. Bei größeren Embryonen und den erwachsenen Tieren von Balaenoptera scheinen überhaupt nur 2 Flächen vorzukommen, und dies kann mit durch die eigentümliche Anordnung des Bauchfellüberzuges der Niere bedingt sein, indem die Nieren durch die dadurch hervorgerufene freiere Aufknüpfung einen Ausweg nach den Seitenwandungen hin finden, und es nicht mehr in der Mitte durch den gegenseitigen Druck zu einer dritten Fläche zu kommen braucht. Die Nieren der Cetaceen sind aus einer großen Anzahl von Läppchen zusammengesetzt, die bei den einzelnen Gattungen und Arten sehr verschieden ist. So fanden wir die geringste Anzahl der Renculi bei Phocaena communis mit ungefähr 250, bei Beluga waren es schon bedeutend mehr und bei Hyperoodon sahen wir noch eine größere Summe, um dann bei Balaenoptera die höchste Zahl mit ungefähr 3000 zu finden. Welche Bedeutung hat nun eine so reichliche Lappung, die wir bei den meisten Mammalien nicht oder nur in geringem Maße antreffen? Einmal wird die Oberfläche auf

diese Weise bedeutend vergrößert und zweitens ist auch eine Gestaltsveränderung, wenn auch vielleicht nur schwach, durch die Verschiebbarkeit der einzelnen Renculi gegeneinander möglich. Was bewirkt nun eine Oberflächenvergrößerung? Sicherlich eine Zunahme der Rindenschicht. In dieser corticalen Schicht finden wir als hauptsächlichste Gebilde die Glomeruli lagern, denen als wesentliche Aufgabe erwiesenermaßen die Ausscheidung des Wassers zukommt. Hierdurch also ist die Möglichkeit gegeben, daß größere Mengen von Wasser ausgeschieden werden können, wenn wir nicht auf dem Boden der LUDWIG'schen Filtrationstheorie stehen, die bei der Ausscheidung als Hauptfaktor den Blutdruck annimmt. Jede Oberflächenvergrößerung würde nach dieser Theorie nur eine Herabsetzung des Blutdruckes bedingen und eine Verminderung der Harnmenge herbeiführen müssen. Denken wir uns den Absonderungsprozeß aber nicht nach einfachen, mechanisch-physikalischen Vorgängen verlaufend, sondern teilen wir außer dem Blutdruck, der wohl einer der mitwirkenden Faktoren ist, aber nicht einzig und allein das ausschlaggebende Prinzip bei der Harnabsonderung darstellt, auch dem lebendigen Protoplasma der BOWMAN'schen Kapselzellen eine wesentliche Rolle zu, so müssen wir aus der großen Anzahl der MALPIGHI'schen Körperchen auf eine vergrößerte Wasserabscheidung schließen. Läßt sich nun bei den Cetaceen eine gesteigerte Wassersekretion vermuten? Da ist zuvörderst die Frage zu beantworten, was eine größere Harnabscheidung hervorrufen kann. Es sind das:

1) Wasser und wasserreiche Nahrung;
2) sekretionssteigernde Stoffe und
3) Mangel anderer wasserabscheidender Organe.

Diese 3 Momente treffen für die Wale zu. Die wasserreiche Nahrung besteht hauptsächlich aus Fischen, bei denen das Muskelfleisch den Hauptbetrag ihres Gewichtes ausmacht, aus Cephalopoden, Pteropoden und anderen pelagischen Tieren. Unter den Fischen bilden die Häringe die Hauptnahrung einer Finnwalart (Balaenoptera musculus), und wir wissen nach den Angaben KÖNIG's, daß ein Häring in frischem Zustande 80,71 Proz. Wasser enthält. Noch viel mehr Wasser enthalten aber die oben angeführten pelagischen Tiere. Ziehen wir nun auch die Menge der aufgenommenen Tiere in Betracht, so können wir uns einen annähernden Begriff davon machen, welche Wassermenge allein durch die Nahrung aufgenommen wird, hat doch VROLIK in einer Magenabteilung eines Hyperoodon nicht weniger als 10000 Schnäbel einer großen Loligo-

Art gefunden. Welche Menge von Fischen brauchen erst diese Riesen von Balaenoptera-Arten, die den großen Häringszügen folgen und mit ihrer gewaltigen Mundhöhle, die sie als Filter benutzen, die Fische aufnehmen. Es erscheint ganz selbstverständlich, daß bei dem Freßakte auch eine beträchtliche Portion Meereswasser mit verschluckt wird. Nehmen die Wale Meereswasser mit auf, so werden zugleich Stoffe in den Körper eingeführt, die die Harnsekretion stärker anregen und steigern. Diese Stoffe sind die im Meereswasser gelösten Salze. Die Niere kann sich durch die verstärkte Harnsekretion aus diesem Grunde allein schon mit einer Oberflächenvergrößerung in der gleich noch zu schildernden Weise angepaßt haben.

Wir kommen nunmehr zu dem dritten Moment, welches eine größere Harnabscheidung hervorrufen kann, nämlich dem Mangel anderer Wasser absondernder Organe. Welche Organe besorgen aber außer der Niere eine Wasserausscheidung aus dem Körper? Solche Organe sind die Lungen und die Schweißdrüsen. Inwiefern ersteren eine erhöhte Thätigkeit für die Abscheidung von Wasser in der Atemluft zukommt, vermag ich hier nicht zu entscheiden, wohl aber ist darauf hinzuweisen, daß allen Walen die Schweißdrüsen vollkommen fehlen, und schon daraus dürfen wir auf die gesteigerte Wasserausscheidung der Nieren schließen und können auch aus diesem Grunde die Thatsache der vergrößerten Nierenoberfläche verstehen. Ob sich die Nierenoberfläche bei den Walen im Verhältnis zu landbewohnenden Säugern vergrößert hat, läßt sich natürlich durch direkte Messungen nicht entscheiden, wohl scheint mir aber die starke Läppchenbildung der Walnieren dafür zu sprechen. Während die früheren Autoren, wie Beauregard und Boulart, Murie und andere anzunehmen scheinen, daß diese Läppchenbildung etwas Ursprüngliches, und die Verschmelzung mehrerer Renculi etwas Sekundäres ist, bin ich zu der entgegengesetzten Meinung gekommen, daß der stärkere Zerfall der Nieren in einzelne Läppchen gerade ein sekundärer Zustand ist. Thatsächlich können wir bei den Walen, wie die Autoren ganz richtig beobachtet haben, hie und da einzelne größere Läppchen mit 2, ja 3 vollkommenen Malpighi'schen Pyramiden noch in einem einzigen Renculus vereinigt sehen. In der Ontogenie beobachteten wir aber, wie wir bei der Beschreibung von Beluga sahen, einen stufenweisen Zerfall der Nierenmasse in mehrere vollkommen getrennte Nierenläppchenlagen. Warum sollte es nicht einmal an einzelnen Stellen vorgekommen sein, daß die Rindensubstanz sich nicht spaltete und so mehrere

Läppchen im Zusammenhange blieben! Sollten wir es wirklich bei der starken Lappung der Walniere mit einem primitiven Zustand zu thun haben, und die Niere das Bestreben zeigen, eine Verschmelzung der Renculi herbeizuführen, so glaube ich, hätte sich dieser Prozeß im Laufe der langen Anpassungszeit, da die Tiere doch sonst mit allen Organen sich stark den Lebensbedingungen gefügt haben, lange vollzogen. Um so mehr glaube ich an einen sekundären, neu erworbenen stärkeren Zerfall der bei den Cetaceen-Vorfahren wohl schon gelappten Niere, da wir auch bei anderen Tieren, wie Pinnipediern und Ottern, die unter ähnlichen Lebensbedingungen existieren wie die Wale, ein ähnliches Verhalten sehen. Zwar haben auch die nächsten landbewohnenden Verwandten der Pinnipedier, die Ursiden, eine gelappte Niere, aber der Bär zeigt lange nicht die Menge der Renculi, wie z. B. Phoca vitulina, bei der eine annähernd gleich große, vielleicht auch noch größere Anzahl von Läppchen wie bei Phocaena zu beobachten ist, Trichechus rosmarus hat sogar nach den Angaben Owen's bis 400 Renculi. Bei den nächsten lebenden Verwandten der Lutra, den Musteliden, können wir überhaupt keine Lappung mehr bemerken. Es erscheint mir somit die Lappung der Niere bei den im Wasser lebenden carnivoren Säugetieren als eine Anpassungserscheinung.

Ein echter Nierenhilus fehlt bei allen Cetaceen, die beiden renalen Blutgefäße münden auf der vorderen Nierenhöhe ein, der Ureter tritt am hinteren Ende aus. Den Harnleiter bemerken wir hier und da bei erwachsenen Tieren noch eine kleine Strecke weit auf der einen Nierenfläche äußerlich sichtbar auflagern, namentlich können wir dies bei embryonalen Stadien oft noch eine größere Strecke weit beobachten, die Nierenläppchen umgreifen dann den Ureter, und so wird der letztere in die Tiefe zwischen die Renculi verlagert. Diesen Vorgang konnte man bei dem einen Beluga-Embryo (vid. Taf. VII, Fig. 3) sehr hübsch beobachten.

Einen größeren Penisteil sehen wir bei den Föten noch frei an die Oberfläche hervorragen, erst in spät embryonalem Stadium bemerken wir eine Einstülpung in das Innere der Leibeshöhle sich vollziehen. Wir müssen diesen Vorgang, wie uns ja auch die Ontogenie lehrt, als eine phylogenetisch spät erworbene Eigenschaft erklären, die uns aber auch sehr wohl verständlich ist, da überhaupt alle an die Oberfläche des Körpers ragenden und nicht direkt in den Dienst der Schwimmbewegung gestellten Organe entweder verschwunden sind, wie das äußere Ohr und die hinteren Extremitäten, oder in die Tiefe verlagert sind, wie die Zitzen, der

Penis und vielleicht auch die Testikel. Welches große Hindernis beim Schwimmen würde eine frei vorragende Rute doch abgeben!

Ein Penisknochen fehlt bei allen Walen. Von einer Glans penis im Sinne wie bei den übrigen Tieren können wir auch nicht reden. Die Vesica urinaria ist länglich und von äußerst kleinem Volumen gegenüber der großen Niere. Die Blasenmuskelwandung ist äußerst stark, und dies ist jedenfalls in Zusammenhang zu bringen mit dem Widerstand, der beim Urinieren in dem dichten Medium, dem Wasser, vorhanden ist. Auch beim Ureter können wir eine dementsprechende Einrichtung in der Spiraltour treffen, um den kräftigen Druck, der beim Harnlassen dann auf diesen Kanal ausgeübt wird, abzuschwächen. Die Prostata ist mächtig entwickelt und ein Uterus masculinus wird allem Anscheine nach allgemein noch bei den Cetaceen gefunden.

Als einen Hauptunterschied zwischen Barten- und Zahnwalen können wir die Lage des Afters betrachten. Bei den Denticeten finden wir den Anus noch zwischen die hintere Kommissur der Vulva mit eingeschlossen, während der After bei den Balaenopteriden durch einen deutlichen Damm von den Geschlechtsorgan getrennt ist. Embryonal sehen wir bei den Zahnwalen auch noch ein Perineum, später wird aber der After durch Vertiefung dieser Partie mit in die hintere Vulva-Kommissur eingezogen. Die Vagina ist dicht mit Längsfalten besetzt, die dann wieder in Ringfalten angeordnet sein können, die erwachsene Phocaena läßt nur 2 solcher Gürtel unterscheiden, während Hyperoodon 8 und Beluga und Balaenoptera musculus als Embryonen mehr als 10 besitzen. Scheinbar wird bei den erwachsenen Tieren dann die Zahl dieser Falten eine geringere. Der Uterus ist der Scheide gegenüber bei den Tieren, bei denen wir eine scharfe Grenze zwischen diesen beiden Organen setzen können, äußerst klein. Der Uterus ist zweihörnig. Die Ovarien sind bei den untersuchten Zahnwal-Embryonen schwach gefurcht, die Bartenwale zeigen auf der Eierstocksoberfläche eine starke, unregelmäßige Furchung, die auch bei dem erwachsenen Tiere noch angetroffen wird. Die Ovarien sind vollkommen frei in der Leibeshöhle aufgeknüpft und von keinem Eierstockzelt oder sonst einer Umhüllung, wie Murie angiebt, umgeben. Das Ostium abdominale der Eileiter ist sehr groß und auch schon bei den Embryonen mächtig entwickelt, an seinem Rande sind durchgängig keine Fimbrien zu beobachten.

Litteratur-Verzeichnis.

HUNTER, J., Observations on the Structure and Oeconomy of Whales. Philos. Transact. of the Roy. Soc. Vol. LXXVII, 1787, London.
CUVIER, G., Leçons d'anatomie comparée, T. V, 1805.
BAER, Nova Acta Nat. Curios. Vol. XVII, part. I, 1835.
RAPP, Die Cetaceen, 1837.
VROLIK, Natuur- en ontleedkundige Beschouwing van den Hyperoodon. Natuurk. Verhandel. van de Holl. Maatschappij der Wetensch. te Haarlem 5. Deel. 1. Stuk., 1848.
ESCHRICHT, Zoologisch.-anat.-physiolog. Untersuchungen über die nordischen Waltiere. Leipzig 1849.
GRATIOLET et SERRES, Comptes rendus de l' Acad. des sciences, Paris 1861. T. LII pag. 622—265.
MURIE, On the anatomy of a Fin-Whale (Physalus antiquorum) captured near Gravesend. Proc. of the sc. Meetings of the zool. Soc. of London 1865.
SIEBOLD et STANNIUS, Anat. comp., T. II.
BURMEISTER, On a new Cetacean. Ann. and Mag. of Nat. Hist., 1866, third series, Vol. XVII.
MURIE, On the Organisation of the Caaing Wale (Globiocephalus melas). Trans. Zool. Soc., Vol. VIII, 1867.
CARTE and MACALISTER, On the Anat. of Bal. rostrata. Philosoph. Trans. of the Roy. Soc. London 1868. Vol. CLVIII.
OWEN, RICHARD, On the Anatomy of Vertebrates. Vol. III, London 1868.
PERRIN, Notes on the Anatomy of Bal. rostrata. Proceed. of the sc. Meetings of the zool. Soc. of London 1870.
TURNER, An Account of the great Finner Whale (Bal. Sibbaldii), stranded at Longniddry. Transact. of the Roy. Soc., Edinburgh, T. XXVI, 1870.
HYRTL, Das Nierenbecken der Säugetiere und des Menschen. Denkschr. der Kaiserl. Ak. der Wissensch., mathem.-naturw. Klasse, Bd. XXXI, Wien 1872.
WATSON and YOUNG, The Anatomy of the Northern Beluga compared with that of other Whales. Trans. of the Roy. Soc. of Edinburgh. Vol. XXIX, 1879.
KÖNIG, J., Chemie der menschl. Nahrungs- und Genußmittel. II. Teil. Berlin 1880.
BEAUREGARD et BOULART, Recherches sur les appareils génito-urinaires des Balaenides. Journ. de l'anat. et de la phys., Année XVIII, Paris 1882.
DELAGES, YVES, Histoire du Bal. musculus échoué sur la Plage de Langrune. Arch. de Zool. expér. et gén., Deuxième Série, T. III, Paris 1885.
WEBER, Studien über Säugetiere, Bd. II, Jena 1886.
KÜKENTHAL, Vergl. anat. und entwickelungsgesch. Untersuchungen an Waltieren. Jena 1893. Denkschr. der Med.-nat. Gesellsch. zu Jena.
STRUTHERS, On the rudimentary Hindlimb of a great Fin-Whale. Journ. of Anat. and Physiol., Vol. XXVII, Edinburgh 1893.
BOUVIER, Observations anatomiques sur l'Hyperoodon rostratus. Annales des sc. nat., Tome XIII, Paris 1892.

Beauregard et Boulart, Sur l'utricule prostatique et les canaux déférents des Cétacés. Compt. rend. de l'Acad. des Sc., T. CXVIII. Paris 1894.
Struthers, On the external Characters and some Parts of the Anatomy of a Beluga. Journ. of Anat. and Phys., Vol. XXX, Edinburgh 1895.
Gervais, P., Sur la circulation péri-rénale de l'Hyperoodon rostratus. Bull. du muséum d'hist. nat. de Paris 1895, pag. 146—150.

Erklärung der Abbildungen.

Bei allen Figuren bedeutet:

A After.
A.o Aorta abdominalis.
A.r Arteria renalis.
Cl Clitoris.
C.u Cornua uteri.
E Nebenhoden.
H Hoden.
L Leberlappen.
L.l Ligamentum latum.
M.b.c Musculus bulbo-cavernosus.
M.i.c Musculus ischio-cavernosus.
M.l.a Musculus levator ani.
M.r.p Musculus retractor penis.
N Nieren.
Nb Nebennieren.
O äußere Oeffnung der Rute.
Ov Ovarium.
P sichtbarer Penisteil.
P.d Plica diaphragmatica.
Ps u. *Ps.Pr* Pseudopraeputium.
R Enddarm.
Ut Uteruskörper.
V Vulva.
V.c.i Vena cava inferior.
V.d Vasa deferentia.
Vg Vagina.
V.r Vena renalis.
V.u Vena umbilicalis.

Die Erklärung der übrigen vorkommenden Buchstaben findet sich bei den einzelnen Figuren angegeben.

Tafel VII.

Fig. 1. Nieren nebst Nebennieren eines 7,1 cm langen Phocaena communis-Embryo (auf $^{2}/_{1}$ der nat. Gr. vergrößert). *U* Ureteren.

Fig. 2. Harn- und Geschlechtsorgane des 53 cm langen, männlichen Phocaena-Embryo (auf $^{2}/_{3}$ der nat. Gr. verkleinert). *U* Harnleiter; *Ut.m* Uterus masculinus.

Fig. 3. Situs des Urogenitalapparates eines 25 cm langen, männlichen Beluga leucas-Foetus (nat. Gr.). *U* Ureter; *B* Harnblase mit den seitlich hiervon gelegenen, stark hervorspringenden Arteriae umbilicales, nach rückwärts umgeklappt.

Fig. 4. Situs der Harn- und Geschlechtsorgane eines 55 cm langen, weiblichen Hyperoodon rostratus-Embryo (auf $^{2}/_{3}$ der nat. Gr. verkleinert). *U* Ureter; *B* Harnblase, caudalwärts umgelegt.

Fig. 5. Injizierte und korrodierte Niere einer erwachsenen Phocaena, um hieran den Arterien- und Ureterverlauf im Innern der Niere zu zeigen (nat. Gr.); schwarz = der Ureter und seine Verzweigungen; rot = die Arteria renalis.

Fig. 6. Aorta mit ihren seitlichen Aesten auf der Nierenhöhe und Ureter des oben angeführten Hyperoodon (nat. Gr.); rot = die Aorta abdominalis und die Arteriae renales; dunkel schraffiert = der Harnleiter und seine Verzweigungen innerhalb der linken Niere.

Fig. 7. Nierenumrisse eines 104 cm langen, männlichen Balaenoptera musculus-Embryo mit den eingezeichneten Verästelungen der Ureteren, der Nierenvenen und -arterien (auf $^2/_3$ der nat. Gr. verkleinert); rot = die Aorta abdominalis mit den Arteriae renales; blau = die Vena cava inferior mit ihren beiden hinteren Gabelästen, den Venae iliacae, und die Venae renales mit ihren Verzweigungen; dunkel schraffiert = der Ureter (*U*) mit seinen Calices.

Tafel VIII.

(Vergrößerungen der Fig. 8, 9, 10, 11 u. 13 mit Zeiss, Ok. 2, Obj. a*.)

Fig. 8. Querschnitt durch die Renes eines kleineren (etwa 8 cm. langen) Phocaena-Stadiums (7-fache Vergrößerung). *U* Harnleiter, der rechte Ureter giebt eben einen Ast nach der Seite hin ab.

Fig. 9. Querschnitt durch Delphinus albicans (männlicher Embryo, 3,75 cm lang) in der Nähe der hinteren Nierenenden gelegt (14-fache Vergrößerung). *U* Ureteren; *Ms.N* Urnieren, unten sieht man im Umriß den Urachusquerschnitt mit seinem in der Mitte gelegenen Gange und den beiden seitlichen Arteriae umbilicales.

Fig. 10. Querschnitt durch die Nieren des Delphinus albicans, etwa auf der mittleren renalen Höhe gelegt (7-fache Vergrößerung).

Fig. 11. Querschnitt durch die Renes des Delphinus spec.? aus dem Indischen Ocean (10—11-fache Vergrößerung).

Fig. 12. Körperquerschnitt eines Beluga-Foetus auf der vorderen Nierenhöhe, um hieran die mehrfach übereinander geschichteten renalen Läppchen zu zeigen (auf $^2/_1$ der nat. Gr. vergrößert). *M* Rückenmark; *W* Wirbel; *D* einzelne Darmschlingen; *C* Rippe; die noch einfache Vena umbilicalis (*V.u*) erblicken wir kurz vor ihrer Teilung und dem Eintritt dieser beiden Blutgefäßäste in den Nabelstrang.

Fig. 13. Querschnitt durch die Niere eines 17,2 cm langen, männlichen Balaenoptera rostrata-Foetus (10—11-fache Vergrößerung). *U* Ureter.

Tafel IX.

Fig. 14. Querschnitt durch die Niere einer erwachsenen Phocaena, um die Anordnung und Schichtung der Renculi zu demonstrieren (nat. Gr.). *U* Harnleiter.

Fig. 15. Hintere Partie des 7,1 cm langen, männlichen Phocaena-Embryo mit dem äußeren Geschlechtsorgan (auf $^6/_1$ d. nat. Gr. vergrößert). *Nst* Nabelstrang, *Z* Zitzenrudiment.

Fig. 16. Penismuskulatur, Lage der Rute in eingestülptem Zustand und Lagenverhältnisse der übrigen auf der nämlichen Höhe sich befindenden Organe (conf. Taf. VII, Fig. 2) nur in Umrissen bei der 53 cm langen Phocaena (nat. Gr.). *BW* Bauchwand; die Musculi retractores penis (*M.r.p*) sind durchschnitten und auf die Seite gelegt, um die Musculi bulbo-cavernosi zu zeigen.

Fig. 17. Aeußerer weiblicher Geschlechtsapparat des 55 cm langen Hyperoodon (auf $^3/_1$ d. nat. Gr. vergrößert). *Ur* Urethralöffnung, *r* Rinne, auf der dorsalen Fläche der Clitoris gelegen; der

Kitzler (*Cl*) ist etwas nach unten (ventralwärts) gezogen, um die Furche deutlich zur Anschauung bringen zu können; *Z* Zitzenspalte.

Fig. 18. Penis nebst Penismuskulatur des 104 cm langen Balaenoptera musculus (nat. Gr.). *H* Bauchhaut, *Pt* hinterer Teil der „Penistasche" (Bezeichnung nach Weber); der linke Musculus retractor penis ist durchgeschnitten und zurückgeklappt, damit man den Verlauf des Corpus cavernosum urethrae (*U*) sehen kann; *F* Femurrudiment, *Ap* Aponeurose, die aber von den Musculi retractores penis und ischio-cavernosi entfernt ist, um dieselben zur Anschauung zu bringen.

Fig. 19. Vesica urinaria des weiblichen, 121 cm langen Bal. musculus-Embryo, von der Dorsalseite geöffnet (auf $^5/_8$ d. nat. Gr. verkleinert). *Pr* Praeputium, *U* Urethra, *Ur'* Klappenbildung der Harnblasenschleimhaut vor den Ureterenöffnungen, *Al* vorderes Ende des ursprünglichen Urachusganges, *S* in die Harnleiter von der Blase aus eingeführte Sonden.

Fig. 20a. Von der Ventralseite geöffnete Prostata mit dem einragenden Blasenhalse, letzterer aufgeschnitten (nat. Gr.). *U* Ureter, *C.s* Colliculus seminalis, *U.m* Uterus masculinus, *C.v* Collum vesicae, *Pr* Prostatateil des Canalis urogenitalis mit seinen einmündenden Drüsen, *B* Biegung der Vorsteherdrüse nach dem Bulbus cavernosus urethrae hin, *M* Muskelschicht der Prostatawandung.

Fig. 20b. Prostata mit einragendem, im hinteren Teile nicht geöffnetem Blasenhalse (nat. Gr.). Die Buchstaben haben hier die nämliche Bedeutung wie bei 20a; *o* Mündung des Blasenhalses in die Vorsteherdrüse.

Fig. 21. Aeußeres Geschlechtsorgan der weiblichen Balaenoptera musculus (nat. Gr.). *L.m* Labia majora, *Z* Zitzenspalten, *Pr* Praeputium, *f* schwache, halbcylindrische Hervorwölbung, in der vorderen Kommissur der Vulva gelegen, die sich nach dem Nabel zu erstreckt.

Tafel X.

Fig. 22a u. b. Linker Hoden mit Nebenhoden der Balaenoptera musculus (nat. Gr.). a von der Ventralseite, b von der Dorsalseite gesehen. Durch die Serosa des Nebenhodens (*Nb*) sehen wir bei 22a die feinen Windungen des Vas epididymidis durchschimmern.

Fig. 23. Die beiden Renes des männlichen Bal. musculus-Foetus in ihrer natürlichen Lage (auf $^2/_3$ d. nat. Gr. verkleinert). Die Vena cava inferior (*V.c.i*) teilt sich schon auf der vorderen Nierenhöhe in die beiden Venae iliacae.

Fig. 24. Situs viscerum des weiblichen, 121 cm langen Bal. musculus-Embryo (auf $^1/_2$ d. nat. Gr. verkleinert). Das hintere Ende des linken Leberlappens (*L*) ist weggeschnitten (*L'* Schnittfläche), damit man die Niere erblicken kann, der rechte Leberlappen ist noch mit seiner Serosa überzogen; *Dk* Darmknäuel, *L.t* Ligamentum teres uteri, *B* Harnblase.

Fig. 25. Vagina, Uteruskörper und linkes Uterushorn der Balaenoptera musculus geöffnet, um die zahlreichen Schleimhautfalten in der Scheide und der Gebärmutter zu zeigen (auf $^2/_3$ d. nat. Gr. verkleinert). *Ur* Urethra, *Vgf* Vaginalfaltenringe.

Beiträge zur Kenntnis des Baues und der Entwickelung der Zähne bei den Reptilien.

Von

Dr. Hugo Levy,
Zahnarzt in Hamburg.

Hierzu Tafel XI.

I. Der Kieferapparat und die Bezahnung bei Reptilien.

Meine Untersuchungen, welche im zoologischen Laboratorium zu Leipzig unter Herrn Geheimrat Prof. Dr. RUDOLF LEUCKART angestellt sind, beschränken sich durchweg auf Anguis fragilis, Lacerta muralis, L. vivipara, L. agilis und L. viridis, sowie auf Tropidonotus natrix und Pelias berus, zu Vergleichen stellte ich auch Schnitte vom Triton und von der Ratte her.

Der Kieferapparat bei den Reptilien setzt sich aus einer großen Anzahl teils untereinander beweglicher, teils auch unbeweglicher Knochen zusammen.

Die wichtigste Funktion haben natürlich die zahntragenden Teile, unter denen besonders das Os maxillare, Os pterygo-palatinum und der Unterkiefer hervorzuheben sind.

Die übrigen Belegknochen der Mundhöhle, sowie die beim Kauakt besonders thätigen Knochen werden bekanntlich vom Praemaxillare, Vomer, Parasphenoid, Transversum, Quadratum und Squamosum gebildet.

Das Transversum, welches den Amphibien und übrigen Wirbeltieren fehlt, stellt eine Verbindung zwischen dem hinteren Ende

des Maxillare und dem Pterygoid her und ersetzt in gewisser Hinsicht das sonst zur Befestigung des ersten dienende Zygomaticum.

Bei den Sauriern sind die Knochen der Kieferreihe fest untereinander verbunden, was bei den Ophidiern weniger der Fall ist, da der Kieferapparat der Schlangen wegen der Nahrungsaufnahme einer bedeutenden Dehnbarkeit bedarf.

Die Bezahnung der Reptilien beschränkt sich teils auf das Maxillare, teils greift sie auch noch, und zwar bei den Ophidiern konstant, auf das Pterygo-palatinum über, unter Umständen sogar auf Praemaxillare und den Vomer.

Die Zähne bestehen aus Dentin und Schmelz und sind an ihrer Basis mit dem Knochen verwachsen. Die Stellung ist im allgemeinen derart, daß ein Zahn hinter dem anderen steht, doch treten dabei die verschiedensten Abweichungen auf, so auffallend, daß man gelegentlich sogar 2 Zahnreihen vorfindet.

Schon bei den Amphibien bemerkt man eine reichere Bezahnung als bei den Reptilien. In seinem Zahnsystem der Amphibien berichtet Hertwig [1]), daß bei größeren Exemplaren die Zähne vielfach in 2 Reihen stehen, aber nicht unmittelbar nebeneinander, sondern derartig geordnet, daß sie eine Zickzacklinie bilden, indem die Zähne der zweiten Reihe hinter die Interstitien der ersten zu liegen kommen. — Cuvier [2]) und Owen [3]) sprechen von einer vielreihigen Stellung der Zähne, während im schroffsten Gegensatz zu diesen Forschern Sirena [4]) die Gaumen- und Kieferknochen nur eine einzige Zahnreihe tragen läßt.

Auch Hertwig fand bei den Amphibien vorherrschend nur die einreihige Zahnstellung. Nur Siredon pisciformis trug auf Operculare, Vomer und Palatinum mehrere Reihen.

Leydig [5]) dagegen schreibt den Molchen mehrreihige Zahnstellung zu. Man soll dieselbe deutlich bei Behandlung des Schädels

---

1) O. Hertwig, Ueber das Zahnsystem der Amphibien und seine Bedeutung für die Genese des Skeletts der Mundhöhle. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 11, 1874.

2) Cuvier, Leçons d'anatomie comparée. Uebersetzung, III. Teil, Leipzig 1810.

3) Owen, Odontography 1840—1845.

4) Sirena, Ueber den Bau und die Entwickelung der Zähne bei den Amphibien und Reptilien. Verh. d. phys.-med. Ges. in Würzburg 1872.

5) Leydig, Ueber die Molche der württembergischen Fauna. Troschel's Archiv für Naturgeschichte, 1867.

mit Kalilauge zu Gesicht bekommen. — Dieselbe Ansicht vertritt Leydig[1]) beim Schlangenschädel, indem er hier von Querreihen spricht. Hierbei ist jedoch zu bemerken, wie es Hertwig bereits für die Amphibien dargelegt hat, daß diese kleinen Zähnchen, welche in der Schleimhaut zerstreut liegen, als Ersatzzähne anzusehen sind und noch nicht in Funktion stehen, vielmehr erst mit dem Knochen verwachsen müssen, bevor sie nach Ausfall der aktiven Zähne an die funktionelle Stelle derselben treten.

Auf phylogenetischem Wege muß man zu der Schlußfolgerung gelangen, daß die einreihige Stellung der Zähne immer mehr um sich greift, je weiter der Wirbeltierkörper in seiner Entwickelung vorschreitet, daß sie mit anderen Worten allmählich aus den vielen Zahnreihen der niederen Wirbeltiere sich entwickelt hat.

So trägt der auf einer niederen Stufe der Entwickelung stehende Siredon mehrere Zahnreihen, während die Frösche und Tritonen, die eine höhere Stellung einnehmen, eine fast einreihige Anordnung der Zähne aufzuweisen haben.

Deutlicher noch tritt dieser Umstand bei den Reptilien auf. Bei diesen finden wir im allgemeinen die einreihige Zahnstellung, nur mit geringen Modifikationen, die später bei der Entwickelung unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen werden.

Bei den Sauriern sind nur das Maxillare und Praemaxillare zahntragend; das Palatinum ist bei dieser Ordnung im allgemeinen frei von Zähnen geblieben. Leydig[2]) hat namentlich bei Lacerta agilis und L. viridis Zähne auf dem Gaumen angetroffen, eine Thatsache, die sich auch bei meinen Untersuchungen, bis auf wenige Ausnahmen, herausstellte. Doch fanden sich die Gaumenzähne nicht in so großer Zahl vor, wie Leydig es angiebt.

Die Form der Zähne bei der Blindschleiche ist spitz und hakenförmig, die Krümmung nach dem Rachen zu verlaufend. Abweichungen hiervon treten bei anderen Arten vielfach zu Tage. So hat Röse[3]) beim Chamaeleon gefunden, daß die Zähne vorn eine gleichfalls einspitzige Form besitzen, nach hinten zu dieselben aber in eine zwei-, ja sogar dreispitzige verwandeln.

---

1) Leydig, Die Zähne einheimischer Schlangen nach Bau und Entwickelung. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 9, 1873.

2) Leydig, Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. Tübingen 1872.

3) Röse, Ueber die Zahnentwickelung vom Chamaeleon. Anat. Anzeiger 1893.

Auch bei den Lacertiden finden wir kein Homologon zum Zahn der Blindschleiche, wie diese denn überhaupt ihrer Bildung nach mehr einen Uebergang zu den Ophidiern verkörpert. Eher nähert sich die Form der von Röse beim Chamaeleon beschriebenen. Aeltere Forscher berichten von einer stumpf-kegelförmigen Bildung bei den Lacertiden, andere sprechen allmählich von der ein- bis dreispitzigen Zahnkuppe. So hat Cuvier[1]) beim Leguan sogar 6—8 Zahnspitzen gesehen. Bei der gewöhnlichen Eidechse sollen die vorderen Zähne nicht sichtbar in eine Zacke auslaufen, die übrigen aber nur einen einzigen Einschnitt besitzen. Bei anderen Arten hat Cuvier auch 3 Einschnitte gefunden. Leydig dagegen überzeugt sich, daß wohl 2 Zahnspitzen, niemals aber deren 3, vorhanden sind. Die eine größere soll nach hinten gerichtet und nach einwärts gekrümmt sein, während die zweite kleinere tiefer steht und nach vorn und auswärts sich umbiegt.

Zur Orientierung über diese Verhältnisse wurden die einzelnen Kieferteile genau untersucht und einzelne Zähne unter der Lupe und dem Mikroskope geprüft. Bei der Kleinheit dieser Zähnchen lieferte letztere Anwendung vorzügliche Bilder der Form und Struktur. Als typisch für den Eidechsenzahn muß man, wie Leydig, die zweizinkige Form anführen mit der kleineren Spitze nach vorn und der größeren nach hinten. Freilich finden sich auch einzelne Abweichungen. So bemerkte ich gelegentlich ganz vorn im Kiefer nur eine kegelförmige Spitze, außerdem Zähne, bei denen die kleine Zinke nach dem Rachen zu lag, schließlich sogar, jedoch ganz vereinzelt, zwei kleinere Zinken, welche in ihrer Mitte eine größere einschlossen. Leydig bestreitet letzteres Vorkommnis, indem er den Anschein einer solchen Bildung der Einstellung des Mikroskopes zuschreibt, da man nicht die ganze Zahnkrone auf einmal in den Focus bringen könne. Hiergegen möchte ich aber einwenden, daß ich die „dreilappige“ Form immer nur bei bestimmten Zähnen und nicht bei anderen beobachtete, mochte die Einstellung sein, wie sie wollte.

Die Größe der Zähne stimmt so ziemlich mit den Angaben Leydig's überein. Die mittelsten sind am größten, vor und hinter denselben sind immer kleinere, doch sind die hinteren bedeutend größer als die vorderen.

Wenden wir uns den Ophidiern zu, so sind hier wieder mehrere

---

1) Cuvier, Leçons d'anatomie comparée. Uebersetzung, III. Teil, Leipzig 1810.

Teile des Oberkieferapparates als zahntragende zu bezeichnen. Man sieht am macerierten Schädel von Tropidonotus natrix, daß sowohl das Maxillare wie das Pterygo-palatinum eine Reihe von hakenförmigen Zähnen trägt, deren Krümmung sich ebenso, wie bei der Blindschleiche, nach hinten neigt. Im natürlichen Zustande sind dieselben so gut wie gar nicht zu sehen, da sie fast vollkommen von der Mundschleimhaut bedeckt sind. Nur der äußerste Teil der Spitze ragt über das Niveau der Schleimhaut hervor. Die Stellung der Zähne war typisch einreihig; doch befand sich nicht immer ein Zahn genau hinter dem folgenden, sondern stellenweise sah man etwas kleinere zur Seite gerückt, etwa im Interstitium zweier Zähne, ab und zu auch unmittelbar neben einem anderen. Dieser letztere Fall kommt jedoch viel seltener vor. Trotzdem spreche ich nur von einer Reihe, da die Zähne, wie bereits für die Amphibien angegeben, gewissermaßen alternierend in Zickzacklinie stehen, wobei der 2. Zahn die Funktion des alsbald ausfallenden Nebenmannes zu übernehmen hat. Dieselben Bildungen wiesen z. B. auch Schädel von Python Sebae und Boa constrictor aus der Sammlung des Leipziger zoologischen Institutes auf. Vielfach sieht man im Kiefer neben und hinter dem einzelnen Zahn noch die Vertiefung, welche von dem Vorgänger herrührt.

Was die Größe der Zähne betrifft, so steigt dieselbe bei der Ringelnatter von vorn nach hinten kontinuierlich, während Schädel von Python Sebae und Boa constrictor dazu einen krassen Gegensatz liefern, indem die Größe der Zähne vorn den Höhepunkt erreicht und nach dem Rachen zu allmählich abnimmt. Eine weitere Differenzierung zeigt sich zwischen Kiefer- und Gaumenzähnen. Erstere übertreffen im allgemeinen die letzteren an Größe. Auch die Zahl der Zähne bei den Reptilien unterliegt großen Abweichungen, was die Angaben verschiedener Forscher bestätigen. Dieser Umstand ist auch nicht zu verwundern, da fortwährend Zähne ausfallen und neue an ihre Stelle rücken. Vielfach bleiben auch die entstandenen Lücken eine Zeit lang leer. Leydig hat bei der Ringelnatter auf dem Maxillare 18 und auf dem Palatinum ungefähr 29 Zähne gefunden. Meine Beobachtungen stimmen, soweit es den Kiefer angeht, in der Zahl vollkommen mit Leydig's Angaben überein, auf dem Gaumen aber konnte ich nur 26 Zähne wahrnehmen.

Die übrigen zahntragenden Knochen der Mundhöhle, Vomer und Praemaxillare, lieferten bei den Ringelnattern ein negatives

Ergebnis; andere Schlangen aber, wie Python Sebae, Python molurus und Boa constrictor besitzen auf diesen Knochen Zähne.

Neben den Hakenzähnen kommen bei den Schlangen noch Röhren- und Furchenzähne vor, die ja als sog. Giftzähne bekannt und bereits vielfach beschrieben sind, so daß es nicht notwendig ist, näher darauf einzugehen.

II. Bau und Befestigung der Zähne.

Da es sich um verschiedene Reptilien handelt, so ist von vornherein ersichtlich, daß die Befestigung der Zähne, wie außerdem hinlänglich bekannt, keine durchaus einheitliche sein wird, während man vom Bau derselben eher dieser Erwartung Raum geben könnte. Doch ist dies keineswegs der Fall. Gewöhnlich ist an jedem Zahne, wenigstens bei den höheren Wirbeltieren, deutlich abgegrenzt, Krone, Hals und Wurzel zu unterscheiden. Bei den niederen Vertebraten kommen gemäß der Befestigungsart der Zähne diese unterschiedlichen Merkmale weniger in Betracht. Höchstens könnte man, wie LEYDIG für die Amphibien, die Benennungen „Zahnkrone und Zahnsockel“ anwenden. Ich möchte die Bezeichnungen „Spitze und Basis“ vorziehen, denn von einem ausgesprochenen Sockel kann eigentlich nicht die Rede sein, sondern der Zahn wird von der Spitze nach der Basis zu gleichmäßig stärker im Umfange, bis er schließlich mit dem Knochen sich verbindet. Von einem Halse kann man erst recht nicht sprechen. So verhält es sich wenigstens bei den Schlangenzähnen und denen der Blindschleiche, während bei den Zähnen der Eidechsen der Durchmesser an der Spitze und der Basis nicht bedeutend variiert, sondern der Zahn fast mit einer Säule zu vergleichen ist, die oben in eine, resp. zwei Zinken ausläuft. Auch findet man, während der Querschnitt bei den Schlangenzähnen beinahe kreisförmig ist, den Zahn der Eidechse ein wenig seitlich komprimiert.

Die Oberfläche der Zähne hat auf den ersten Blick im allgemeinen eine ebene Beschaffenheit, doch sieht man bei genauerer Betrachtung, daß ab und zu Unebenheiten auftreten, welche teils in niedrigen Leisten zu linearem Verlauf, teils in kleinen höckerigen Erhebungen bestehen und besonders der Krone der Eidechsenzähne anhaften. Die eigentliche Substanz des Zahnes hat den Forschern manchen Anlaß zu Meinungsverschiedenheiten gegeben. Während

Autoren, wie SIRENA [1]), LEYDIG und OWEN [2]), diesen Zähnen jeglichen Schmelz abstreiten, haben TOMES [3]), HEINCKE [4]) und besonders HERTWIG [5] [6]) den Beweis erbracht, daß auch den niederen Wirbeltieren eine Substanz zukommt, die dem Schmelze der Säugetiere homolog ist, wenn sie auch nicht vollkommen dieselbe Struktur durchblicken läßt.

So bestehen denn auch die Zähne der Reptilien aus Schmelz und Zahnbein.

Der Schmelz, Substantia adamantinae, bedeckt durch eine mehr oder minder dicke Kruste die Oberfläche der Zahnspitze in Form einer Kappe, welche sich nach der Basis zu als feine Membran, Schmelzoberhäutchen oder Cuticula genannt, fortsetzt. Er ist stark lichtbrechend und fast durchsichtig. Die Farbe, die bei den Salamandern gelblich braun ist, erscheint bei den Schlangen weniger intensiv, wohl aber bemerkt man auch bei ihnen einen hellgelblichen Anstrich, welcher allerdings teilweise nur undeutlich ist, in den meisten Fällen aber doch klar zu Tage tritt. Etwas dunkler gefärbt kommen mir die Zahnspitzen der Eidechsen vor, während der übrige Teil des Zahnes ein glänzend weißes Aussehen besitzt.

Durchweg aber ist der Schmelz von ganz geringer Dicke, auch meistens nur an der Spitze vorhanden. Infolgedessen ist es auch äußerst schwierig, ihn beim Schleifen zu erhalten, da er sehr leicht abspringt. Der Versuch, den Schmelz durch Kochen des Zahnes in 50-proz. Schwefelsäure zu isolieren, scheiterte an der Kleinheit des Objektes.

---

1) SIRENA, Ueber den Bau und die Entwickelung der Zähne bei den Amphibien und Reptilien. Verh. d. phys.-med. Ges. in Würzburg 1872.

2) CUVIER, Leçons d'anatomie comparée. Uebersetzung, III. Teil, Leipzig 1810.

3) TOMES, On the Structure and Development of the Teeth of Ophidia, 1874. Proceedings of the Royal Society of London, Vol. XXIII.

4) HEINCKE, Untersuchungen über die Zähne niederer Wirbeltiere. Inaug.-Diss., Leipzig 1873.

5) O. HERTWIG, Ueber den Bau und die Entwickelung der Placoïdschuppen und der Zähne der Selachier. Jen. Zeitschr. für Naturwissensch., Bd. 8, 1874.

6) O. HERTWIG, Ueber das Zahnsystem der Amphibien und seine Bedeutung für die Genese des Skeletts der Mundhöhle. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 11, 1874.

Vom Dentin ist der Schmelz scharf abgegrenzt, so daß bei meinen Untersuchungen die Annahme, die Schmelzschicht sei eine andere Art Dentin, wie es z. B. bei den Zähnen der Haifische der Fall ist, von Anfang an hinfällig war.

Die meisten Autoren bezeichnen den Schmelz im Gegensatz zu dem der Säugetiere als strukturlos. Bei diesen besteht derselbe aus lauter 4—6-seitigen Prismen, die in Bündeln wellenförmig von der Dentingrenze zur Schmelzoberfläche verlaufen. Auch HERTWIG[1]) konnte bei den Tritonzähnen keine feinere Struktur erkennen, nur beim Frosch erblickte er „zwei Arten von Streifen, von welchen die einen parallel zur Oberfläche verlaufen und abwechselnd hell und dunkel schattiert sind, die anderen als feine, dicht gedrängt stehende, dunkle gerade Linien rechtwinkelig dieselben durchsetzen". Von den letzteren behauptet er, daß sie eine direkte Verlängerung der Dentinröhrchen bilden. Sollte dies in der That der Fall sein, dann könnte man der Vermutung Ausdruck geben, daß HERTWIG keinen Schmelz, sondern eine modifizierte Zahnbeinschicht gesehen hat, da sich die Zahnröhrchen, der Entwickelung gemäß, unter keinen Umständen in den Schmelz hinein fortsetzen. Auch bei TOMES[2]) und KÖLLIKER[3]) findet man übrigens die Angabe, daß die Dentinröhrchen zum Teil mit ihrem weichen Inhalt in den Schmelz eindringen. Ihre Beobachtungen erstrecken sich namentlich auf Nage- und Beuteltiere, welche aber WALDEYER sowohl wie HERTZ lebhaft bestritten.

Bei den Teleostiern hat HEINCKE[4]) den Schmelz entweder als völlig homogen oder von feinen Fasern durchzogen gefunden, welche, wie er sagt, in ihrem Verlauf oft Zahnkanälchen täuschend ähnlich sehen. Weiter spricht er sich folgendermaßen aus: „Nur soviel läßt sich mit großer Wahrscheinlichkeit vermuten, daß die Fasern des Schmelzes der Fischzähne, die OWEN als kalkhaltige Röhren auffaßte und mit den Prismen des Säugetieres verglich, nichts sind, als von organischer Substanz erfüllte, auch wohl nach Zerstörung derselben leere Spalten zwischen den harten Teilen des Schmelzes".

---

1) O. HERTWIG, Ueber das Zahnsystem der Amphibien und seine Bedeutung für die Genese des Skeletts der Mundhöhle. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 11, 1874.

2) TOMES, London. Phil. Transact. 1849, 1850.

3) KÖLLIKER, Gewebelehre, 5. Aufl., 1868.

4) HEINCKE, Untersuchungen über die Zähne niederer Wirbeltiere. Inaug.-Diss., Leipzig 1873.

Nach meinen eigenen Untersuchungen muß in Abrede gestellt werden, daß der Schmelz einer jeglichen feineren Struktur entbehrt. Man erkennt an ihm eine homogene Grundsubstanz, welche von zahllosen Streifen durchzogen ist. Bei den Schlangen verlaufen diese Streifen fast ganz quer, in großer Menge dicht nebeneinander liegend, vergleichbar den säulenförmigen Ablagerungen gewisser Cuticularbildungen. Man hat vielleicht dieselben Bildungen vor sich wie im Schmelze der Säugetiere, nur handelt es sich dabei nicht um ausgesprochene Prismen. Ein Schliff, von dem Fig. 6 uns einen Teil desselben vorführt, zeigt dieses streifenförmige Aussehen deutlich, es hebt sich dabei auch ganz evident die Cuticula, scharf abgegrenzt, vom Schmelze ab. Das Schmelzoberhäutchen ist eine strukturlose dünne Membran, die den ganzen Zahn bedeckt. Ein etwas anderes Bild bringt uns Fig. 7. Dieser Schliff entstammt einem Eidechsenzahne, der eine relativ weit dickere Schmelzschicht aufweist, als wir sie an den Schlangenzähnen kennen. Auch verlaufen die Fasern nur am unteren Teile der Schmelzkuppe eine kleine Strecke in querer Richtung, während sie nach der Spitze zu eine mehr horizontale Lage einnehmen und bogenförmig ausstrahlen, die Konvexität der Außenseite zugekehrt, also annähernd parallel zur Oberfläche. Wodurch dieses Abweichen vom gewöhnlichen Verhalten gerade bei den Eidechsen zustande kommt, darüber kann ich mir kein bestimmtes Urteil bilden. Es herrscht aber kein Zweifel, daß wir es bei den Schlangen, Blindschleichen und Eidechsen mit wirklichem Schmelze zu thun haben, der in keiner anderen, als mechanischer Verbindung mit dem Zahnbeine steht und scharf gegen dasselbe absticht.

Den größten Bestandteil des Zahnes bildet natürlich das Zahnbein oder Dentin, welches allen Zähnen eigen ist und durchweg auch die wenigsten Unterschiede aufzuweisen hat. Einer näheren Beschreibung bedarf dasselbe kaum, da es zur Genüge bekannt ist. Ich will nur kurz rekapitulieren, daß es aus einer homogenen Grundsubstanz besteht, welche von zahlreichen Kanälchen, den Zahn- oder Dentinröhrchen, durchsetzt wird. Bevor ich nun aber auf die Varietäten eingehe, welche sich in der Bildung des Dentins bei den verschiedenen Reptilien zeigen, muß ich zunächst auf den Verlauf der Zahnröhrchen hinweisen, der in seinen Grundzügen dem bei den höheren Wirbeltieren und beim Menschen entspricht. Die Röhrchen gehen von der Pulpahöhle aus und verlaufen radiär nach der Schmelzgrenze, wobei ihr Volumen abnimmt, je näher sie dem Schmelze kommen. In der Nähe

der Pulpa sind sie am zahlreichsten und deutlichsten ausgeprägt, wie ich es in Fig. 6 dargestellt habe. Man könnte das ganze Zahnröhrensystem mit einem Strauchwerk vergleichen, indem die Hauptäste an der Pulpa zu suchen sind, von wo aus dann die kleineren Zweige ausstrahlen. Unterwegs geben sie zahlreiche Seitenäste ab, die ihrerseits untereinander Anastomosen eingehen, so daß alle in Verbindung stehen. Die Kanälchen nehmen keineswegs einen geraden Verlauf, sondern schlängeln sich in vielen Windungen durch die Grundsubstanz. Nur in der Krone finden wir eine Abweichung sowohl bei den Sauriern wie Ophidiern, indem sich hier deutlich eine regelmäßige Ausstrahlung der Röhrchen zeigt. Eins parallel neben dem andern gehen dieselben ohne Seitenzweige, nahezu von einem Punkte aus, wie die Strahlen eines aufgespannten Fächers. Die Enden setzten haarscharf am Schmelz ab, nie habe ich, wie Hertwig, gesehen, daß die Kanälchen sich in denselben hinein fortsetzen. Sie lösten sich nicht alle in gleicher Weise an der Dentingrenze auf, vielmehr teils gabelförmig, und das in den meisten Fällen, teils in feine Büschel übergehend. Hin und wieder kam es auch vor, daß die Ausläufer an der Schmelzgrenze in dichtgedrängter Zahl, fast eine besondere Schicht imitierend, parallel nebeneinander lagen. Besonders auffallend schien es, daß die Zahnröhrchen bei den Eidechsen nicht so zahlreich wie bei den Schlangen waren, so daß die Grundsubstanz mehr hervorstach. Die Ursache, die man hierfür annehmen könnte, ist vielleicht darin zu suchen, daß die geraden Zähne der Eidechsen äußeren Einflüssen keinen so großen Widerstand entgegenzusetzen haben, als es bei den Hakenzähnen der Schlangen zu erwarten ist. Denn der Meinung, daß die Anzahl und Schlängelung der Röhrchen den Zahn resistenter machen, kann ich nur beistimmen, findet doch dasselbe Prinzip auf verschiedene Weise auch in der Technik Verwendung.

Die Röhrchen enthalten die sog. Tome'schen Fasern, welche ihren Ursprung von den Odontoblasten nehmen. Ich konnte sie nur stellenweise bei sehr starker Vergrößerung entdecken.

Schließlich sind noch die sog. Konturlinien im Zahnbein hervorzuheben. Mir traten dieselben in zweierlei Art entgegen. Einmal (bei den Schlangen) sah man sie besonders in der Längsrichtung des Zahnes (Fig. 6), von der Basis bis zum Beginn der Krone sich erstreckend, zweitens bei den Eidechsen (Fig. 7) größtenteils nur in der Spitze, wo sie im Bogen quer zur Oberfläche verliefen. Die Konkavität war regelmäßig der Pulpa zu-

gekehrt. Ich halte dieselben für Schichtungsstreifen, welche zum größten Teil durch die Lage der Zahnbeinröhrchen bedingt sind. Andernfalls kann man auch HERTWIG[1]) und LEYDIG Recht geben, welche diese Streifungen, wie von mir bei der Eidechse beobachtet, als Wiederholungslinien des Umrisses der Papille ansehen, die eine dutenförmige Zusammensetzung des Zahnes andeuten. Diese Konturlinien sprechen um so mehr für eine lamellöse Ablagerung der Dentinmassen, als die Röhrchen in der Krone ohne Verästelungen nebeneinander ihren Weg nehmen. Bei den Schlangen ergab die Beobachtung in dieser Beziehung weniger ein entschiedenes Resultat.

Die Pulpa verkörpert im großen und ganzen wieder die Gestalt des Zahnes. Sie besteht aus feinfaserigem Bindegewebe, Zellen und Blutgefäßen. Die Pulpenhöhle weist besonders bei den Schlangenzähnen an der Basis eine große Geräumigkeit auf, worauf sie sich dann plötzlich zu einem ganz feinen Kanale verjüngt, ähnlich wie ein Trichter. Bei den Eidechsen ist das Verhalten gleichmäßiger, nur ein wenig nach der Krone zu verengt.

In betreff der Befestigung unterscheiden sich die Zähne der niederen Wirbeltiere bekanntlich wesentlich von denen der Säugetiere. Wir finden bei ihnen 3 verschiedene Arten der Zusammenfügung, so daß man von akrodonten, pleurodonten und thekodonten Zähnen spricht, abgesehen von jenen, welche durch elastische Bänder befestigt sind. Die thekodonte oder eingekeilte Form findet sich bei dem Krokodil, das unter den Reptilien dem Säugetier am nächsten steht und auch bereits deutlich eine Art Alveole besitzt. Für die anderen beiden Zahnformen haben wir als Vertreter die Schlange und die Eidechse. Die Zähne sind durch Synostose mit dem Knochen verbunden, in ersterem Falle auf dem Kieferrande aufgewachsen, bei der Eidechse an der Innenseite der Knochen. Wie schon LEYDIG[2]) ganz richtig bemerkt, befinden sich dabei zwischen den einzelnen Zähnen dünne Knochenlamellen, so daß nur die linguale Seite des Zahnes freiliegt. Es ist auf diese Weise bereits eine Andeutung von Alveolen vorhanden, welche durch die Einkeilung einer dritten Wandung nahezu vervollständigt sein würde. Bei der Blindschleiche tritt uns Gleiches

1) O. HERTWIG, Ueber den Bau und die Entwickelung der Placoïdschuppen und der Zähne der Selachier. Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. 8, 1874.

2) LEYDIG, Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. Tübingen 1872.

entgegen wie bei den Schlangen, bildet doch dieses Tier in gewisser Hinsicht auch einen Uebergang zwischen den Sauriern und Ophidiern.

III. Entwickelung der Zähne.

Der erste Anlaß zur Zahnbildung wird bekanntlich vom oberen Keimblatt aus gegeben. Die Schleimhaut des Mundepithels besteht aus 3 Zellenschichten, der äußeren, mittleren und inneren Schicht. Erstere erscheint als ein Plattenepithel, während die beiden anderen kubische resp. Cylinderzellen enthalten. Letztere Schicht nun ist es, welche durch Wucherung ihrer Zellen zunächst eine lineare Verdickung herbeiführt, die sich nach und nach vergrößert und ins Mesodermgewebe hineinwächst, so daß diese Einsenkung sich in Form einer Leiste bemerkbar macht. Infolgedessen sprechen wir auch von einer Zahnleiste, eine Bezeichnung, die ich in Zukunft immer anwenden werde, während man vielfach auch das Wort „Schmelz- oder Epithelleiste" gebraucht. Ein anschauliches Bild hiervon bietet uns Fig. 2; auch stimmt die erste Anlage mit der beim Säugetiere und Menschen vollkommen überein, wie es u. a. Röse[1]) beschrieben hat.

Bei einem 3 cm langen Embryo der Ringelnatter konnte man noch keine Spur von Zahnleiste wahrnehmen, während dieselbe bei einer Länge von fast 6 cm bereits deutlich vorlag. Dabei glaube ich übrigens gelegentlich die Wahrnehmung gemacht zu haben, daß im Unterkiefer die Zahnbildung in einem etwas früheren Zeitpunkte anhebt als im Oberkiefer. Als maßgebende Thatsache kann solches jedoch nicht hingestellt werden, da mir darüber hin und wieder Zweifel auftraten. Vom Säugetiere und Menschen ist es ja nachgewiesen, daß der Kieferwall im Unterkiefer schon stärker entwickelt ist als im Oberkiefer, also auch die Zahnentwickelung in ersterem eher beginnt. Röse[2]) hat bei Krokodilen primitive Zahnanlagen gefunden, welche uns in Form von frei hervorstehenden Papillen entgegentreten. Bei den übrigen Reptilien hat er jedoch diese Bildungen nicht mehr angetroffen, ob-

1) Röse, Ueber die Entwickelung der Zähne des Menschen. Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. 38.

2) Röse, Ueber die Zahnentwickelung der Krokodile. Verhandl. d. Anat. Ges 1892.

gleich er es für möglich hält, daß sie ab und zu vorkommen. Ich habe ein solches Papillenstadium nirgends beobachten können, sei es nun, daß die untersuchten Embryonen an relativer Größe denen von Röse nicht entsprachen, sei es, daß eine derartige Bildung in der That nicht vorkommt.

Letzteres ist mir um so wahrscheinlicher, als auch Leche[1]) bei Iguana tuberculata sowie bei Knochenfischen zu demselben negativen Resultate gelangt ist. Wohl aber hat derselbe, wie auch Röse bei den Krokodilen, oberflächliche Zahnanlagen entdeckt, welche sich von den später auftretenden durch ihre geringe Größe und ihre Funktionslosigkeit unterscheiden, außerdem schon lange vor der Geburt verkümmern sollen. Röse[2]) hat bei den von ihm untersuchten Sauriern nichts Derartiges gefunden, wohl aber bemerkte ich bei ganz jungen Embryonen der Ringelnatter und Kreuzotter eine solche Anlage, welche direkt dem Epithel aufsaß, ohne daß von einer Zahnleiste die Rede sein konnte. Die Anlage entsprach deutlich der eines normalen Zahnes in seinem ersten Stadium.

Also die erste Zahnanlage beginnt mit einer Einsenkung der innersten Schicht der Schleimhaut ins mesodermale Bindegewebe als Zahnleiste. Sie verläuft in verschiedener Richtung, worüber ich weiter unten mich näher aussprechen werde.

Der Rand ist nicht immer gleichmäßig, sondern weist wellenförmige Erhebungen und Einbuchtungen auf, ja bildet mitunter geradezu hervorspringende Höcker. Die Leiste erstreckt sich der ganzen Länge nach durch den Kiefer und ist für gewöhnlich stetig mit dem Mundhöhlenepithel in Verbindung. Bei den höheren Wirbeltieren treten hier bereits Variationen auf. Nach bestimmter Zeit, wenn sämtliche Zahnkeime bereits angelegt sind, löst sich hier der Zusammenhang der Zahnleiste mit dem Schleimhautepithel, so daß sie dann isoliert im Bindegewebe des Kiefers liegt. Ein Sagittalschnitt durch den Unterkiefer einer Ratte vergegenwärtigte mir dieses Bild deutlich. Die Keime der 3 Molaren waren sämtlich durch Verbindungsbrücken miteinander in Zusammenhang, wie es auch Kollmann[3]) vom menschlichen Embryo

1) Leche, Ueber die Zahnentwickelung von Iguana tuberculata. Anat. Anzeiger, 1893.

2) Röse, Ueber die Zahnentwickelung der Reptilien. Deutsche Monatsschrift f. Zahnheilkunde, Aprilheft 1892.

3) Kollmann, Entwickelung der Milch- und Ersatzzähne beim Menschen. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zool., 1870.

angeführt hat. In späteren Stadien sieht man bereits die Keime von einander getrennt im Kiefer liegen.

Wie uns die verschiedenen Abbildungen zeigen, setzt die Zahnleiste sich aus einer von Cylinderzellen gebildeten Randzone entsprechend der untersten Zellenlage des Kieferepithels und aus einer Mittelzone zusammen, die bedeutend kleinere rundliche Zellen aufweist, welche den Typus der mittleren Lage, der Cuboidalzellen wiederholen. Die letzteren geben gewissermaßen ein Füllsel der Leiste ab. Die dem Mesoderm zugewandten Zellen haben nicht immer eine typische Cylinderform, vielfach trifft man darunter auch rundliche, ja sogar mehr längliche Zellen an.

Während des Einwachsens der Zahnleiste sind nun aber auch im umliegenden Bindegewebe Veränderungen eingetreten. Man sieht, daß die Bindegewebszellen in der Nähe der Zahnleiste in weit größerer Zahl vorhanden sind als im übrigen Gewebe. An einzelnen Stellen scharen sie sich besonders dicht zusammen und beginnen gegen die Zahnleiste vorzurücken. Man bemerkt jetzt, wie letztere an verschiedenen Punkten zu wuchern beginnt, indem sie sich kolbenartig verdickt. Dieser Verdickung tritt aber in Form der vordringenden Zellansammlungen, welche später die Dentin- oder Zahnpapille verkörpern, ein Hindernis entgegen, so daß die kolbenförmige Anschwellung sich ausbuchtet und die Papille glockenartig umwächst, bis letztere nach und nach immer weiter sich einstülpt und schließlich von den Ektodermzellen vollkommen wie von einem Mantel eingeschlossen ist. In mehreren der Zeichnungen treten uns diese Bildungen entgegen wie in Fig. 3.

Der Annahme, daß der Anlaß zur Zahnkeimbildung vom mesodermalen Bindegewebe aus gegeben wird, muß ich in jeder Hinsicht beipflichten, während Röse[1]) dem Epithel diese Funktion zuschreibt, welches als aktives Element einen Zapfen des indifferenzierten Bindegewebes umwachsen soll.

Indirekt könnte man ja der Zahnleiste diese Wirkung zuschreiben, da durch das Eindringen des Epithelzapfens in das Bindegewebe auf letzteres ein Reiz ausgeübt wird, der eine Beiseiteschiebung und Vermehrung der Zellen veranlassen könnte. Weiter aber kann man meiner Ansicht nach nicht gehen. Auch kann ich das Bindegewebe keineswegs für indifferenziert halten, im Gegenteil, man sieht darin Haufen von größeren runden Zellen,

1) Röse, Ueber die Zahnentwickelung der Reptilien. Deutsche Monatsschrift f. Zahnheilk., Aprilheft 1892.

deren Kerne meistens deutlich sichtbar sind, vom übrigen Gewebe sich abheben, wie denn auch die Bindegewebsfasern in denselben von den Zellen vollkommen in den Hintergrund gedrängt sind.

Hat die Anlage so ziemlich ihre definitive Größe erreicht, so sieht man eine Umwandlung der Zellen auftreten, die denn die Bildung der die Zahnsubstanzen liefernden Organe einleitet. Eine nähere Beschreibung vergleiche man bei der Schmelz- und Dentinbildung.

Allmählich macht sich auch eine Trennung des noch bisher mit der Zahnleiste zusammenhängenden Zahnkeimes bemerkbar, so daß dieser sich schließlich vollkommen von der Leiste abtrennt und dann zur Seite rückt oder oberhalb derselben gefunden wird, was denn auch meistens der Fall ist. Im Gegensatz zu den Säugetieren und zum Menschen, bei denen die Umwandlung der Zellen und die Substanzbildung erst beginnt, nachdem sich die Zahnanlage von der Leiste losgelöst hat, geschieht dieselbe bei Reptilien, wie man es wiederholt auf den Schnitten wahrnehmen konnte, zuweilen schon bis zur Dentinbildung zu einer Zeit, in der noch ein direkter Zusammenhang mit der Leiste vorhanden ist. Dasselbe hebt auch LECHE[1]) hervor: „Im Verhalten der Schmelzleiste zum Schmelzkeim der zweiten Dentition unterscheidet sich Iguana — und wohl auch übrige Saurier — dadurch, daß die Zahnanlage bei Iguana viel weiter entwickelt ist, bevor sie sich von der Schmelzleiste emanzipiert."

Auch hat derselbe Autor bei Iguana gefunden, daß die Zahnpapillen sich nicht am tiefsten Punkte der Zahnleiste einstülpen, sondern mehr seitlich. Ich meinerseits habe bei Sauriern und Ophidiern beide Formen der Einstülpungen wahrgenommen, doch will ich diesen Erörterungen hier nicht vorgreifen, da sie für meine späteren Auseinandersetzungen von großem Werte sind.

Bei meinen Untersuchungen legte ich nämlich mein Hauptaugenmerk nicht nur auf die Entwickelung des Zahnes, sondern auch speziell auf die Komplikationen, welche sich einesteils durch die Anlage von Gaumen- und Kieferzähnen ergeben, andererseits durch die kontinuierliche Bildung der Zähne und deren Stellung, mögen dieselben nun nebeneinander oder in Zickzacklinie stehen.

Unsere Litteratur enthält fast keine Angaben, auf welche Weise denn eigentlich die Zahnleisten für das Maxillare, Pterygo-

---

1) LECHE, Ueber die Zahnentwickelung von Iguana tuberculata. Anat. Anzeiger 1893.

palatinum etc. entstehen. Die meisten Beobachter übergehen diesen wichtigen Punkt mit Stillschweigen, indem sie immer nur im allgemeinen von der Zahnleiste sprechen und den sich daraus entwickelnden Zähnen, aber keineswegs darüber Andeutungen machen, ob für Kiefer und Gaumen nur eine gemeinsame Zahnleiste vorhanden ist oder deren zwei gesondert vorkommen. Auch das lokale Verhältnis der Zahnanlage zur Zahnleiste ist keiner genaueren Erörterung gewürdigt worden.

Es gilt das namentlich für Sirena [1]) und Leydig [2]), die uns darüber völlig im Unklaren lassen, vielleicht weil sie diesen Umstand als etwas ganz Selbstverständliches ansahen! — Selbst Röse erwähnt bei seinen Untersuchungen diesen Gegenstand entweder gar nicht, wie z. B. in seinen „Zahnentwickelung der Reptilien“, oder er spricht nur ganz vorübergehend von einer Zahnleiste für das Palatinum.

Bei den Knochenfischen erwähnt Röse [3]), daß bei mehrreihiger Zahnstellung sämtliche Zähne entweder von einer gemeinsamen Zahnleiste gebildet werden oder jede einzelne Zahnreihe ihre eigene mehr oder weniger vollständige Zahnleiste hat. In derselben Arbeit sagt er dann weiter: „Die heutigen Schlangen besitzen eine gesonderte Kieferzahnleiste für die Anlage der Giftzähne und eine Gaumenzahnleiste für die Anlage der Gaumenzähne. Erst bei den höheren Reptilien und bei allen Säugetieren hat sich der Zahnersatz auf das Maxillare im Oberkiefer und auf das Dentale im Unterkiefer beschränkt.“ So deutlich sich Röse im allgemeinen auszudrücken pflegt, in dieser letzten Anführung kann er kaum eine unbestimmtere Angabe machen. Ich kann mir nicht anders denken, als daß ein Versehen vorliegt, denn die „heutigen Schlangen“ besitzen doch nicht samt und sonders Giftzähne. Falls er aber nur die giftigen Schlangen auf diese Weise kennzeichnen will, so übergeht er wieder die ungiftigen.

Kurz und gut, diese Verhältnisse verlangten noch in jeder Beziehung eine nähere Betrachtung, und so sollen denn, bevor

---

1) Sirena, Ueber den Bau und die Entwickelung der Zähne bei den Amphibien und Reptilien. Verh. d. phys.-med. Ges. in Würzburg 1872.

2) Leydig, Die Zähne einheimischer Schlangen nach Bau und Entwickelung. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 9, 1873.

3) Röse, Das Zahnsystem der Wirbeltiere. Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte, herausgegeben von Fr. Merkel und R. Bonnet.

wir auf die Bildung der Zahnsubstanzen zu sprechen kommen, zunächst meine Untersuchungen über diesen bisher fast übergangenen Punkt dargelegt werden.

Wie aus meinen früheren Bemerkungen ersichtlich ist, ist ohne jeglichen Zweifel ein grosser Unterschied in der Bezahnung der verschiedenen Reptilien vorhanden. Demzufolge muß natürlich auch die Entwickelung auf verschiedenen Bahnen schreiten. Form und Struktur der Zähne sollen an dieser Stelle selbstverständlich ganz außer acht bleiben, da ich hierüber schon eingehend mich ausgelassen habe. Es handelt sich eben nur um den Verlauf der Zahnleiste und die Anlage der Zahnkeime in Bezug auf die Stellung der ausgebildeten Zähne sowohl unter sich, wie auf das Maxillare und Palatinum.

Wenn wir einen Blick auf die ersten Abbildungen werfen, so sticht uns sofort der eigentümliche Verlauf der Zahnleiste in die Augen, welcher denn auch seinem ganz bestimmten Zwecke zu dienen hat. Im allgemeinen ist derselbe bei den von mir untersuchten Sauriern ein gleicher. Man sieht zunächst, wie die ins Mesoderm einwuchernde Epithelmasse eine mehr vertikale Richtung einschlägt, nur ein wenig schräg sich nach der äußeren Seite hin neigend. Da es sich fast immer um Querschnitte handelt, ist die Zusammenstellung der Abbildungen durchweg so gewählt, daß sich die linke und rechte Seite des Kiefers entsprechen, indem eine Zeichnung der linken, die andere der rechten Kieferhälfte entnommen ist. Ich glaube auf diese Weise um so verständlichere Bilder zu erzielen. Auch hoffe ich zur Genüge angedeutet zu haben, wo die Mundschleimhaut in die äußere Körperbedeckung übergeht. Wenn ich mithin soeben gesagt habe, daß sich die Zahnleiste ein wenig schräg nach der äußeren Seite hinneigt, so meine ich eben damit, daß sie dem Kieferrande zu verläuft, doch nur für eine kurze Strecke, denn alsbald krümmt sie sich knieartig ein und nimmt ihren Weg nach der Medianlinie zu, so daß wir gewissermaßen zwei Schenkel der Zahnleiste vor uns haben, einen kleineren vertikalen und einen größeren mehr horizontalen, deren Scheitelpunkt das sog. Knie bildet. Daß für diese Umbiegungsstelle der Zahnleiste die Bezeichnung „Knie“ vorgezogen ist, liegt sowohl an dem wirklichen Aussehen dieser Bildung als auch an der Kürze der Ausdrucksweise. Fig. 1 und 2 veranschaulichen uns solche Zahnleisten. Unter den einzelnen Sauriern kommen nun freilich einige Abweichungen vor, die aber im großen und ganzen von keiner wesentlichen Bedeutung sind. Der untere

vertikale Teil ist bald breit, während er dann plötzlich am Knie sich zu einem schmalen Streifen reduziert, wie es namentlich bei L. agilis beobachtet worden ist. Ebenso verschieden ist auch der Winkel am Knie. Meistens schlägt die Zahnleiste von hier aus einen zwar mesialen, aber etwas in die Höhe strebenden Kurs ein, wohingegen dieselbe bei L. agilis in noch relativ größerer Ausdehnung und unter Bildung eines mehr rechten Winkels angelegt wird, wenn man den bis zum Knie so ziemlich vertikal aufsteigenden und von dort sich zur Medianlinie wendenden Teil als Schenkel betrachtet, oder mit anderen Worten, der horizontale Ast der Zahnleiste liegt fast ganz parallel zum Mundhöhlenepithel. Neben dem ostentativ ausgesprochenen Knie bilden sich dann ab und zu noch kleine Hervorragungen und Schlängelungen der Leiste, welche aber ganz den gewöhnlichen Typus einhalten. Aehnlich verhält sich die Zahnleiste im Unterkiefer.

Die Bildung der Zahnanlagen vollzieht sich nicht nur an einem Punkte, wie es für gewöhnlich bei den höheren Wirbeltieren der Fall ist, sondern es kommen letztere regelmäßig an zwei Stellen der Zahnleiste zur Entwickelung, nie dagegen dreifach. Doch auch hierin zeigen sich Unterschiede. Allen gemeinsam ist die Bildung einer Zahnanlage in der Tiefe oder am Ende der Zahnleiste, ganz in der Weise, wie ich es oben beschrieben habe indem zunächst eine Wucherung der Epithelzellen stattfindet, die durch vordringende Bindegewebszellen eingestülpt wird und dann glockenartig diese zur Zahnpapille sich umwandelnden Zellen umgiebt.

So wie Fig. 3 die ersten dieser Bildungen darstellt, zeigt Fig. 4 die zweite Art. Hier hat sich ganz derselbe Prozeß vollzogen, nur an einem anderen Orte der Zahnleiste. Auf unserer Abbildung ist der Zahnkeim noch mit der Leiste in Verbindung und zwischen dem Knie und dem Ende derselben gelegen. Vielfach jedoch bietet das Knie selbst als ein sehr exponierter Punkt Anlaß zur Entwickelung der ersten Anlage, wie ich es wiederholt gesehen habe. Jedenfalls trifft man bald diese, bald jene Lage an, doch behält die Mitte der Leiste zwischen Knie und Ende immerhin den Vorrang. Besonders auffallend erschien dabei der Umstand, daß sich fast nie beide Arten der Zahnkeimbildung zugleich vorfanden, sondern zur Zeit immer nur eine einzige. Höchstens daß, wie z. B. in Fig. 4, neben der eigentlichen Zahnanlage bereits eine zweite im ersten Stadium der Entwickelung als kolbige Epithelverdickung vorhanden ist. Der Grund hierfür

liegt nicht in all zu großer Ferne. Wie oben bemerkt ist, stehen die Zähne sowohl bei den Sauriern wie bei den Ophidiern nicht gerade hintereinander, sondern meist in Zickzacklinie, d. h. ein Zahn gesellt sich dem andern als Nebenmann zu. So wird uns denn auch sofort klar, in welchem Zusammenhange diese zwei Entwickelungsformen mit der Stellung der Zähne stehen, so daß es kaum einer näheren Erörterung bedarf. Würden nur am Ende der Zahnleiste die Zähne zur Ausbildung kommen, so wäre es, ich will nicht gerade behaupten, ein Ding der Unmöglichkeit, eine derartige Stellung der Zähne zu erzielen, wohl aber würden dem große Schwierigkeiten entgegentreten, da doch die Anzahl der Zähne keine geringe ist. Im anderen Falle müßten die Zähne einen Weg zurücklegen, um in den Zwischenraum zweier anderer zu gelangen, oder neben einen solchen. Diesem Platzwechsel ist durch das Entstehen der Zähne an zwei verschiedenen Stellen abgeholfen.

Mit skeptischem Blicke diesen eben geschilderten Vorgang zu betrachten, ist wohl ausgeschlossen. Und doch ist noch eine andere Auffassung berechtigt, so daß diese Art der Zahnkeimbildung so zu sagen unter Umständen zweien Faktoren gerecht wird. Ich will allerdings vorausschicken, daß der zweite Faktor weniger in Betracht zu ziehen ist.

Wie bekannt, besitzen z. B. L. muralis und L. vivipara für gewöhnlich nur auf dem Kiefer Zähne; es ist aber der Nachweis geführt, daß auch ab und zu das Flügel-Gaumenbein zahntragend ist, wie bereits oben berichtet ist. Ferner haben L. agilis und L. viridis beständig Zähne auf dem Gaumen, wie schon Leydig [1]) hervorhebt und ich selbst es bestätigen kann. Die Zahl dieser Zähne ist sehr beschränkt, Menge [2]) giebt sie nur auf 4 jederseits an, Leydig hält diese Schätzung für zu gering. Ich konnte nur einige wenige wahrnehmen. Da kann nun die Frage aufgeworfen werden, auf welche Weise bilden sich denn diese Gaumenzähne, mögen sie konstant oder bloß hin und wieder auftreten! Das steht fest, es existiert nur eine einzelne Zahnleiste, wie ich sie beschrieben habe, mag es sich um L. muralis oder L. agilis handeln. Hier liegt nun der Grund, der mich veranlaßt, den

---

1) Leydig, Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. Tübingen 1872.

2) Menge, Ueber Lacerta agilis und crocea. Neueste Schriften d. naturf. Gesellschaft in Danzig, Bd. 4, 1850.

doppelten Zahnanlagen eine weitere Bedeutung beizulegen. Die Lage der Zahnleiste ist bekanntlich der Art, daß sich das Ende derselben der Gaumengegend zuwendet. Es wäre hiernach die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß sich hier ein Zahnkeim loslöse und schließlich in ausgebildetem Zustande auf dem Palatinum aufwachse. Daß dabei außer dem ersten Zahn dann noch mehrere zur Entwickelung kommen können, erscheint nach dem, was wir bei der Besprechung der Ersatzzähne zu bemerken haben werden, durchaus möglich. Die vom Knie sich ablösende Zahnanlage ist natürlich für den Kiefer bestimmt. Eines Grundes also entbehrt unsere Annahme keineswegs. Und doch läßt sich die Bildung von Zahnanlagen auf dem Palatinum noch auf eine andere Weise erklären, die wohl den Anspruch erheben darf, dem Thatsächlichen zu entsprechen.

Es ist gar nicht so selten, daß die Zahnleiste Sprossen aussendet, welche genau denselben Charakter haben, wie die Leiste selbst, und infolgedessen auch die gleiche Funktion haben können. Wenn nun auf einen solchen Ast der Reiz vom mesodermalen Bindegewebe aus in der üblichen Weise erfolgt, wie das bei der Anlage jeden Zahnes geschieht, so reagiert ohne Zweifel auch der Ausläufer, wie man diese Bildung nennen kann, in gleicher Weise und es entsteht ein Zahn. Auf diese Art kommen in der That mitunter Gaumenzähne zustande, wenn auch nur eine Zahnleiste vorhanden ist. KOLLMANN[1]) berichtet einen Fall, in dem an Stelle eines Weisheitszahnes beim Manne mehrere kleinere Zähnchen entstanden seien, und erklärt diese Erscheinung durch die Annahme, daß jede von der Zahnleiste abzweigende Epithelsprosse sich bis zur Bildung eines Zahnes weiterentwickelt habe. Beim Menschen kommen sog. Dentes accessorii gar nicht so selten vor. Sie sind sämtlich auf die hier angedeutete Weise zu erklären. Das Vorkommen dieser Zähne kann man schließlich den Gaumenzähnen bei den Eidechsen gleichstellen. Es schnüren sich vielfach auch hier von einem Schmelzorgane und einer Zahnpapille Partien ab, welche dann je wieder eine Zahnanlage abgeben.

Aus diesen Erwägungen ergiebt sich die Möglichkeit, daß die Gaumenzähne der Eidechsen sich auf verschiedene Weise entwickeln können. Soviel aber ist jedenfalls sicher, daß das Vorkommen von Gaumenzähnen bei diesen Tieren vielfach als normal

---

1) KOLLMANN, Entwickelung der Milch- und Ersatzzähne beim Menschen. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool., 1870.

zu bezeichnen ist, und somit dann der Vergleich mit den beim Menschen beobachteten überzähligen Zähnen sehr nahe liegt.

Es scheint aber auch bei einigen Ophidiern ein Stadium der Entwickelung zu geben, in dem nur von einer Zahnleiste die Rede sein kann. Bei einem 5,6 cm langen Embryo der Ringelnatter fand sich nur eine einzige Zahnleiste vor, entsprechend der Kiefergegend; sie hatte sich nur ganz unbedeutend ins Bindegewebe eingestülpt. Etwas weiter vorgeschrittene Exemplare, deren Länge 6—7 cm betrug, wiesen dann eine Zahnleiste auf (Fig. 2), ganz von der Art, wie ich sie bei den Lacertiden beobachtete. Der einzige Unterschied bestand darin, daß der vertikale Ast von einer größeren Längenausdehnung war, auch an Breite überragte. Außerdem machten sich mehr Schlängelungen bemerkbar, häufig von ganz bedeutendem Umfange. Im übrigen zweigten sich die Zahnkeime in gleicher Weise wie bei den Lacertiden von der Leiste ab. Es ist ohne Frage, daß von dieser Leiste die ersten Zahnanlagen ausgehen, auch glaube ich der Vermutung Ausdruck geben zu können, daß keine Bildung einer weiteren Zahnleiste stattfindet. Denn Stadien von 11—12 cm — zu meinem großen Leidwesen fehlten mir die Zwischenstufen, so daß ich einen direkten Uebergang nicht zu Gesicht bekam — führten uns ein ganz anderes Bild vor. Nicht mehr eine Zahnleiste, sondern deren zwei jederseits, dem Kiefer und Gaumen zulaufend, strahlten vom Mundhöhlenepithel aus, in fast kerzengerader Richtung sich ins Mesoderm einsenkend. Es muß also die ursprüngliche Zahnleiste geschwunden und durch zwei andere ersetzt sein, die man dann als Ersatzleisten zu betrachten hat. Will man die Größenunterschiede in Betracht ziehen, so sind die zuletzt gebildeten bedeutend kleiner sowohl in Länge wie in Breite. Da die betreffenden Embryonen bereits Andeutungen von Skelettstücken zeigen, so ist vielleicht darin ein Grund zur Bildung zweier Zahnleisten gegeben. Fig. 5 führt uns die linke Oberkieferhälfte einer 12 cm langen Ringelnatter vor. Die Zahnleisten schlängeln sich ein wenig, doch trifft man sie gelegentlich auch vollkommen gerade an. Auch hier bilden sich die Zahnkeime, der eigentümlichen Zahnstellung gemäß, an zwei verschiedenen Punkten aus, und zwar fast immer so, wie die vorliegende Abbildung es zeigt. Im Gegensatz zu den Lacertiden und dem primären Verhalten der Ringelnatter sind solche doppelten Zahnanlagen hier nicht einmal selten zu beobachten. Oefter trifft man hier auch zwei Zähne nebeneinander an; der nach innen gelegene ist dann

aber in den meisten Fällen etwas kleiner. Die beiden Zahnleisten liegen derart neben dem sich bildenden Knochen, daß die Kieferleiste mesial vom späteren Maxillare, die Flügel-Gaumenleiste distal vom Pterygo-palatinum zu finden ist. Dem entspricht denn auch die Anlage der Zähne, welche stets an der dem Knochen zugewandten Seite der Leiste vor sich geht. Anders verhält es sich in betreff der ersten Bildung der Zahnleiste bei Pelias berus. Ueber die Zähne der Kreuzotter selbst sind schon viele Untersuchungen angestellt worden, so daß ich mich darauf beschränken kann, wenn irgend möglich einige Differenzen zu beseitigen, welche zwischen den Darstellungen von Röse [1]) und Voerckel [2]) bestehen. Röse hat zunächst nur eine Zahnleiste vorgefunden, welche sich aber bald in zwei Zinken gabelt, von denen die eine die Bildung der Giftzähne übernehmen soll, während die andere die Gaumenzähne liefert. Dieser Befund stimmt nicht mit Voerckel's Beobachtungen, welcher von vornherein für Gaumen und Kiefer gesonderte Zahnleisten gesehen hat. Um diesen Fall klar zu legen, will ich zunächst bemerken, daß es vor allem auf ganz frühe Stadien ankommt. Mir standen Embryonen von 5,5—6 cm Länge zur Verfügung, welche den Beweis lieferten, daß in der That zwei für Gaumen und Kiefer getrennte Zahnleisten vorkommen. Eine Bifurcation im Sinne Röse's dagegen konnte nicht beobachtet werden.

Der zweite Unterschied betrifft speziell die Giftzähne. Röse spricht nur von einer einzigen Zahnleiste, welche den ersten Giftzahn bilde und dann über diesen hinaus als Ersatzleiste weiterfunktioniere. Dagegen hat Voerckel an derselben Stelle zwei Zahnleisten, welche einen gemeinsamen Ausgangspunkt haben, wahrgenommen. Die äußere soll die Anlage für den ersten Giftzahn liefern und sofort nach Abschnürung des Schmelzorgans verschwinden, während die innere sämtliche Ersatzzähne hervorgehen läßt, mithin zur Ersatzleiste wird. Auch hier muß ich Voerckel beipflichten. Ich glaube sogar ein noch etwas jüngeres Stadium untersucht zu haben, als es Voerckel gethan hat. Man sah auf mehreren Schnitten zuerst nur eine kleine Epitheleinsenkung, bis dann plötzlich ein zweiter Ast auftrat. Beide endeten gemeinsam im Schleimhautepithel. Die Erklärung dieser verschiedenen Auf-

1) Röse, Ueber die Zahnentwickelung der Kreuzotter. Anat. Anzeiger, Bd. 9, 1894.

2) Voerckel, Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der Giftzähne von Pelias berus. Inaug.-Diss. Leipzig 1895.

fassungen liegt wohl in dem Umstande, daß Röse Embryonen untersucht hat, bei denen die Zahnleiste, welche den ersten Giftzahn hervorbringen soll, nicht mehr vorhanden war, da sie nach Voerckel bald nach Ausübung ihrer Aufgabe verschwindet.

Es war aber soeben und auch schon früher einmal die Rede von der Ersatzleiste, so daß ich im Anschluß an diese Erörterung noch darüber einige Worte vorbringen möchte, auf welche Weise denn eigentlich der Ersatz der Zähne bei den Reptilien zustande kommt. Während beim Menschen und bei den meisten Säugetieren nur ein einmaliger Ersatz für die ersten Zähne stattfindet, zeigen die niederen Wirbeltiere bekanntlich eine kontinuierliche Neubildung von Zähnen, indem die einen sich abnutzen und an ihre Stelle dann fortgesetzt neue treten. Bisweilen mag aber immerhin nur eine einmalige Zahnanlage vorkommen, wie denn z. B. Röse [1]) erwähnt, daß er beim Chamäleon keinen Zahnwechsel beobachtet habe. Dieselbe Erfahrung machte er bei Hatteria, obgleich hier eine wohlentwickelte Ersatzleiste hinter den aktiven Zähnen zu sehen war. Es bilden sich aber bei den Reptilien nicht alle Ersatzkeime auf dieselbe Art oder von derselben Leiste, vielmehr treten hier mancherlei Variationen auf. Bei den Eidechsen und der Blindschleiche wächst zunächst die Zahnleiste über die Anlage der ersten Zähne als Ersatzleiste weiter, sich noch eine Zeit lang beim ausgewachsenen Tiere erhaltend, wie es beim Menschen und bei den Säugetieren der Fall ist. Anders verhält es sich bei der Ringelnatter. Zuerst haben wir hier nur eine einzige Zahnleiste, welche die ersten Zähne liefert. Dann aber kommen in einem älteren Stadium zwei Leisten zum Vorschein. Es stülpt sich also neben der primären Zahnleiste vom Mundhöhlenepithel eine zweite, die sog. Ersatzleiste ein. Röse [2]) freilich schreibt auch den Reptilien nur eine einzige Leiste zu, deren freies Ende dann als Ersatzleiste fortbestehe. Ebenso soll nach Leydig [3]) bei den Krokodilen die Zahnleiste zeitlebens funktionsfähig bleiben, und viele Zahnreihen hintereinander folgen, wobei die Zähne sich nach innen an der Zahnleiste entwickeln.

1) Röse, Ueber die Zahnentwickelung vom Chamäleon. Anat. Anzeiger 1893.

2) Röse, Ueber die Zahnentwickelung der Reptilien. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. Aprilheft 1892.

3) Leydig, Ueber die Molche der würtembergischen Fauna. Troschel's Arch. für Naturgeschichte, 1867.

Sirena [1]) berichtet ebenfalls, daß bei den Ophidiern die erste Zahnleiste zugleich als Ersatzleiste anzusehen sei, doch auch letztere sich neu vom Mundhöhlenepithel aus ins Bindegewebe erstrecke, wie es von mir bei der Ringelnatter nachgewiesen ist. Aehnlich erwähnt auch Heincke [2]), daß beim Hecht die Ersatzzähne auf dem Os palatinum frei vom Mundhöhlenepithel aus entstehen oder vom unteren Ende des Schmelzorganes noch im Zahnsäckchen befindlicher Zähne sich abzweigen können.

Auf diese Verhältnisse ist übrigens bereits oben hingedeutet worden, wo gesagt ist, daß die Gaumenzähne der Eidechse, sobald nur erst deren einige vorhanden sind, einer weiteren Verbreitung fähig seien, ohne daß eine besondere Zahnleiste existiert. Auch bei älteren Ringelnattern ist keine Spur von Zahnleiste zu erblicken. Gleichwohl aber entstehen immer neue Zähne, die denn teils auf die soeben angegebene Weise zur Ausbildung gelangen, teils aber auch eine andere Entstehung haben. Im besten Falle wird nämlich die Zahnleiste von Bindesubstanz durchwachsen, so daß sie Unterbrechungen erleidet und sich allmählich in kleine Haufen von Epithelzellen auflöst, welche dann zerstreut im Gewebe umherliegen. Wir nennen solche Ueberreste der früheren einheitlichen Zahnleiste Epithelnester. Diese sind es dann, welche unter den dazu nötigen Bedingungen sich zu einem Schmelzorgan gestalten, indem das unterliegende Bindegewebe in Papillenform in sie hineinwächst. Der weitere Verlauf der Entwickelung entspricht dabei ganz dem gewöhnlichen Schema. Von diesem Schmelzorgan können sich dann wieder neue Teile absondern und Anlaß zu einer neuen Zahnbildung geben. So ist denn keine Grenze für die Neubildung gezogen und ein fortwährender Ersatz von Zähnen möglich.

Das Schmelzorgan.

Wie wir gesehen haben, besteht die erste Anlage eines Zahnkeimes aus der durch Verdichtung der Bindegewebszellen entstandenen Zahnpapille und dem sie umgebenden epithelialen Mantel, welcher aus Wucherungen der Zahnleiste hervorgegangen ist.

---

1) Sirena, Ueber den Bau und die Entwickelung der Zähne bei den Amphibien und Reptilien. Verh. d. phys.-med. Gesellsch. in Würzburg, 1872.

2) Heincke, Untersuchungen über die Zähne niederer Wirbeltiere. Inaug.-Diss. Leipzig 1873.

Dieser Mantel nun setzt sich auf seiner frühesten Bildungsstufe aus einer äußeren und inneren Lage zusammen, aus Cylinderzellen, welche teils direkt der Papille aufliegen (innere Lage), teils auch den Mantel äußerlich umgrenzen (äußere Lage). Der Zwischenraum zwischen beiden Lagen ist mit rundlichen Zellen gefüllt, so daß das Ganze dem Zellenaufbau der Zahnleiste entspricht. An der Basis der Papille gehen die beiden Lagen, welche auch als „äußeres“ und „inneres“ Epithel des Schmelzorganes bezeichnet werden, in einander über.

Schon nach kurzer Zeit aber treten gewisse Veränderungen und Umwandlungen der Zellen auf, welche dem ganzen Organ schließlich die Fähigkeit verleihen, die von der Natur ihm zuerteilte Aufgabe, nämlich die Bildung des Schmelzes, zu erfüllen. Wenn bisher in der Litteratur vom Schmelzorgan die Rede war, so bezieht sich diese Benennung sowohl auf das innere wie äußere Epithel, doch steht, wie wir alsbald sehen werden, mit der eigentlichen Schmelzbildung nur das innere Epithel in Zusammenhang. Um jeden Irrtum zu vermeiden und auch eine kurze Ausdrucksweise anzuwenden, nenne ich infolge die Zellen des inneren Epithels „Ameloblasten“ oder „Ganoblasten“, Ausdrücke, die schon lange Zeit der Wissenschaft einverleibt sind und doch nur wenig zur Geltung kamen, obgleich die Funktion der Zellen in dem Worte deutlich klargelegt ist.

Dem äußeren Epithel liegt zunächst das Zahnsäckchen an, welches den ganzen Keim umgiebt und aus einer Lage fester und dicht gedrängter Bindegewebsfasern besteht. Es sticht auffallend vom übrigen Bindegewebe ab, existiert aber nicht lange, sondern wird reduziert und verschmilzt schließlich mit dem übrigen Gewebe.

Die cylindrischen Zellen des äußeren Epithels gehen, falls sie überhaupt typisch ausgeprägt, schon früh eine Formveränderung ein, indem sie sich in rundliche Zellen umwandeln. Aber auch diese haben keine lange Existenz. Bald behalten sie ihren runden Charakter bei, bald platten sie sich mehr oder minder ab. Fig. 10 zeigt, daß die Zellen in der Nähe der Zahnleiste noch Cylinderform bewahrt haben, während sie weiter unten bereits rundlich erscheinen. An der Basis setzen sie sich in die Ameloblastenschicht fort, wie es Fig. 4 beweist. Daß Fig. 9 und 10 ein etwas anderes Bild bieten, liegt eben an der Schnittrichtung.

Die zwischen den beiden Zellenlagen sich befindlichen runden Zellen, die ja dem Füllsel der Zahnleiste homolog sind, verlieren ebenfalls vollständig ihre ursprüngliche Form und nehmen eine

mehr längliche an. Irgendwelche Verbindung dieser Zellen unter sich und mit denen des äußeren und inneren Epithels konnte ich nicht entdecken. Wenn KOLLMANN[1]), WALDEYER[2]) und andere bei den Säugetieren und beim Menschen eine Umwandlung in sternförmige Zellen beschreiben, ist ein Zweifel an der Existenz derselben für die genannten Tiere nicht zulässig. In diesem Falle spricht man dann von einer Schmelzpulpa, der vielfach eine Bedeutung bei der Schmelzbildung beigelegt wird. KÖLLIKER[3]) will derselben eine die Ameloblasten ernährende Thätigkeit beimessen, während WALDEYER sie nur als transitorisch auffaßt. Nach SIRENA, HEINCKE, LEYDIG, OWEN, HERTWIG, TOMES, VOERCKEL fehlt eine derartige Pulpa sämtlichen niederen Wirbeltieren.

RÖSE dagegen behauptet, daß die Schlangenzähne ebenso wie die der Krokodile und Chamäleoniden vorübergehend eine sternzellige Schmelzpulpa aufzuweisen haben, während er solche bei den Eidechsen nicht entdecken konnte. Auch LECHE fand dieselbe bei Inguana, doch soll sie hier später auftreten als bei den Säugetieren. Nach meinen Untersuchungen muß man annehmen, daß eine Schmelzpulpa bei den Sauriern und Ophidiern überhaupt nicht in Betracht kommt. Die anfangs rundlichen Zellen nehmen nie Sternform an, sondern werden nur länglich oval. Darauf deutet denn auch die Angabe von RÖSE, daß die Schmelzpulpa nach dem Verluste des äußeren Epithels von den Spindelzellen des Bindegewebes durchsetzt werde.

Es entspricht das insofern vollkommen meinen Beobachtungen, als schließlich von einer Schmelzpulpa überhaupt nicht mehr die Rede sein kann, indem die Ameloblasten direkt vom Bindegewebe mit seinen spindelförmigen Zellen umgeben sind.

Die Existenz des äußeren Epithels und der zwischen den beiden Lagen befindlichen länglichen Zellen ist also nur von kurzer Dauer. Bei der Ringelnatter gehen sie schon sehr früh zu Grunde, während sie bei der Blindschleiche nnd Eidechse bedeutend länger erhalten bleiben. An ihre Stelle treten dann die spindelförmigen Bindegewebszellen, nur vereinzelt sieht man noch kleine Reste des ehemaligen äußeren Epithels, wie es in Fig. 8 dargestellt ist.

---

1) KOLLMANN, Entwickelung der Milch- und Ersatzzähne beim Menschen. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, 1870.

2) WALDEYER, Bau und Entwickelung der Zähne. STRICKER's Handbuch der Gewebelehre, 1871.

3) KÖLLIKER, Gewebelehre, 5. Aufl., 1868.

Ueber die Funktion des äußeren Epithels herrschen ebenso, wie über die der Schmelzpulpa, viele Meinungsverschiedenheiten. Ich lege demselben keine besondere Bedeutung bei. Allenfalls könnte es samt dem Füllsel der Ameloblastenschicht als Stütze dienen, bis diese genügende Festigkeit und Ausbildung erlangt hat. Zur Begründung dieser Annahme kann der Umstand angeführt werden, daß die Zellen erst dann obliterieren, sobald für die Ameloblasten die nötigen Bedingungen zur Schmelzbildung vorhanden sind.

Ursprünglich sind die Cylinderzellen des „inneren Epithels" nur von geringer Größe und nicht immer typisch ausgeprägter Form, so daß sie sich nur unbedeutend vom äußeren Epithel unterscheiden. Erst allmählich tritt bei ihnen ein Längenwachstum auf, welches vielfach große Dimensionen annimmt, während die Breitenzunahme nur ganz gering und kaum in Betracht zu ziehen ist. Die Schmelzbildner liegen fast immer regelmäßig angeordnet, eine Zelle neben der anderen in einer Lage. Nur an der Spitze, und zwar besonders bei den Eidechsen, verstärkt sich die Zahl der Zellen, indem über der dem Zahnbein aufliegenden Schicht noch weitere Zellen ungeordnet sich vorfinden. Es ist auch nicht zu verwundern, da bei diesen Tieren, wie schon oben bemerkt, der Schmelz zum größten Teil nur die Spitze bedeckt und bei den Lacertiden noch dazu eine beträchtliche Dicke erreicht. Das Protoplasma ist feinkörnig und enthält einen schönen ovalen Kern, welcher an dem der Papille abgewandten Ende der Zelle gelegen ist. Die Kerne liegen nicht alle in gleicher Höhe, ab und zu nähern sie sich mehr der Mitte, so namentlich an dem seitlichen unteren Teile der Schmelzmembran. Dabei zeigen sie durchweg an allen Stellen die gleiche Breite; nur in der Nähe des Kernes buchten sie sich ein wenig aus. Nach der Basis des Zahnkeimes nehmen die Ameloblasten an Größe und Cylinderform ab, bis sie schließlich als runde Zellen in das äußere Epithel übergehen. Der Raum, welcher in den Abbildungen zwischen Ameloblasten und dem abgelagerten Dentin gezeichnet wurde, ist nur ein Kunstprodukt. Allerdings sieht man in demselben mitunter mattkonturierte Streifungen, welche die Konturen der Zelle wiedergeben und als die Köpfe derselben anzusehen sind, doch dürfte darauf kein besonderes Gewicht zu legen sein.

Was nun den eigentlichen Vorgang der Schmelzbildung betrifft, so stehen sich hier zwei Ansichten gegenüber. Der Repräsentant der Transformationstheorie ist namentlich Waldeyer, dem

sich im großen und ganzen auch HERTZ[1]) anschließt. Die Ameloblasten sollen dabei Kalksalze aufnehmen und sich unter Veränderung ihres Inhaltes direkt in die Schmelzprismen umwandeln. Die zweite Theorie dagegen, welche von KÖLLIKER und KOLLMANN[2]) vertreten wird, beruht darauf, daß die Zellen eine Substanz ausscheiden, welche durch Aufnahme von Kalksalzen zu Schmelz wird. Die meisten Anhänger hat KÖLLIKER gefunden, dem auch ich mich anschließe, soweit mir überhaupt nach meinen Untersuchungen und Erfahrungen hierüber eine bestimmte Meinung zusteht.

Der Schmelz ist nichts anderes als ein Ausscheidungsprodukt der Epidermiszellen und muß den Cuticularbildungen zugezählt werden, wie sie uns so häufig, besonders bei niederen Tieren entgegentreten. Je nach den Verhältnissen können die Zellen bei dieser Ausscheidung verschiedene Formen annehmen, wie in unserem Falle eine Cylinderform. Wir brauchen hier nur die Panzer unserer Insekten und Krebse heranzuziehen, welche aus Chitin bestehen, oder Schalen der Muscheln und Schnecken, die eben solche cuticulare Skelettstücke darstellen. Wie diese, so ist auch die Oberfläche der Zähne, der Schmelz, eine fest gewordene Cuticula. Eine Schicht nach der anderen wird dabei abgelagert; die unter der Epidermis, oder in unserem Falle unter den Ameloblasten liegende Schicht ist natürlich die jüngste. Dabei kommen denn auch gar verschiedene Strukturen in diesen Cuticularbildungen zustande. Wie es Muschelschalen giebt, die sich aus Krystallen zusammensetzen, so besteht auch der Schmelz keineswegs aus einer homogenen Grundsubstanz, es zeigen sich darin Streifungen, die bei den Schlangen z. B. in querer Richtung, bei den Eidechsen teilweise im Bogen verlaufen, beim Menschen aber ausgesprochene Prismen gegen einander absetzen.

Da der Schmelz nur eine bestimmte Stärke erreicht, so werden nach Bildung desselben die Ameloblasten überflüssig und verschwinden durch Obliteration auf dieselbe Weise, wie es bei anderen Organen und Gewebsteilen zu beobachten ist.

Ebenso wie die Genese des Schmelzes bildet auch die des Schmelzoberhäutchens eine Streitfrage. Nach WALDEYER und KÖLLIKER soll sich diese Membran aus dem äußeren Teil des Schmelzorganes entwickeln, während TOMES sie für eine Aus-

1) HERTZ, Untersuchungen über den feineren Bau und die Entwickelung der Zähne. VIRCHOW's Arch., Bd. 37, 1866.

2) KOLLMANN, Entwickelung der Milch- und Ersatzzähne beim Menschen. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, 1870.

scheidung des Zahnsäckchens erklärt. KOLLMANN behauptet, daß das Schmelzoberhäutchen eine aus vielen Zellendeckeln bestehende Membran ist. Diese Deckel sollen nach vollständiger Bildung des Schmelzes auf der Zahnoberfläche sitzen bleiben und verkalken.

Doch auch hier bin ich anderer Ansicht. Das Schmelzoberhäutchen erscheint mir ebenfalls als eine Ausscheidung der Ameloblasten, ganz in demselben Sinne wie der Schmelz selbst es ist. Es ist nur eine andere Schicht, vielleicht von einer anderen Zellenlage, etwa von einer jüngeren abgesondert, so daß man es immerhin noch als einen integrierenden Teil des Schmelzes bezeichnen könnte, wie denn auch die Cuticularbildungen anderer Tiere eine derartige Differenzierung aufweisen.

Die Dentinbildung.

Das Dentinorgan, welches histologisch in der frühesten Zeit seiner Entwickelung aus verdichtetem Bindegewebe besteht, nimmt später, sobald die Zahnkeimbildung zustande gekommen ist, die Form einer Papille an, welche, bis auf die Basis, vom Schmelzorgane umgeben ist. Schon im ersten Stadium der Papille bemerken wir, daß die Bindegewebskörperchen sämtlich die Form von großen runden Zellen besitzen. Sie enthalten einen schön ausgeprägten runden Kern. Solange noch kein Zahnbein gebildet wird, bewahren sie diesen ihren Charakter. Nach geraumer Zeit treten dann feine Capillaren von unten her in die Papille ein, um den Zellen Nahrungsmittel zuzuführen. Die Gestalt der Papille richtet sich vollkommen nach der des zu bildenden Zahnes.

Sobald die Zahnbeinbildung vor sich gehen soll, beginnt auch eine Metamorphose der histologischen Elemente. Während die Zellen in der Mitte und Tiefe der Papille ihre runde Form behalten, wandeln sich die höher liegenden, also diejenigen, welche der Schmelzmembran am nächsten sind, zu Spindelzellen oder Odontoblasten um. Den runden Zellen zugewandt ist an ihnen eine kolbenförmige Ausweitung zu unterscheiden, gewissermaßen der Kopf der Zelle, in dem ein großer ovaler Kern gelegen ist. Vom Kopfe aus verjüngt sich die Zelle zusehends und läuft schließlich in einen ganz feinen Faden aus, der späteren TOMES'schen Faser. Diese Zellen liegen nicht so regelmäßig angeordnet wie die Ameloblasten, sondern keilen sich vielfach ineinander ein. Auch giebt

nicht jeder Schnitt ein so klares Bild von der Gestalt der Odontoblasten, wie Fig. 10. Bisweilen kommen die Fasern gar nicht zu Gesicht; die Zellen nehmen sich dann mehr cylindrisch aus. Die typische Spindelform mit ihren Ausläufern zeigt immer nur die oberste Lage, nach der Mitte zu bleiben die Zellen rund, indem sie sich erst nach und nach mit dem weiteren Vorrücken der Dentinbildung zu Odontoblasten umändern, wie wir gleich sehen werden.

Was nun den eigentlichen Entwickelungsmodus des Zahnbeines aus dem Dentinorgan betrifft, so weichen darüber wie beim Schmelz die Ansichten von Waldeyer und Kölliker auseinander. Ich will von vornherein erwähnen, daß ich mich auch in diesem Falle der Sekretionstheorie anschließe. Leydig [1]) dagegen rechnet auch die Dentinbildung bei Amphibien und Reptilien zu den Cuticularbildungen, zu denen ja bekanntlich vielfach auch die Zähne niederer Tiere, die bald als Horn-, bald als Knorpelzähne aufgefaßt werden, gehören.

Doch Leydig ist hier im Irrtum. Die Funktion des äußeren und inneren Epithels bei der Schmelzbildung hat er verkannt und der Papille scheint er jegliche Rolle bei der Dentinbildung abzusprechen. Wozu dieselbe sonst dienen mag, wird nicht erwähnt. Es darf übrigens nicht übersehen werden, daß Leydig auch sonst mehrfach die Intercellularsubstanz des Bindegewebes mit den cuticularen Abscheidungen zusammenstellt. Vielleicht ist den damaligen Untersuchungsmethoden zuzuschreiben, daß Leydig auf einen falschen Weg geführt wurde. Sonst hätte er deutlich bemerken müssen, daß die Tomes'schen Fasern von den Odontoblasten ausgehen und sich ins abgelagerte Dentin hinein verfolgen lassen. Bei den meisten meiner Schnitte befindet sich zwischen Ameloblasten und Dentin der bereits erwähnte freie Raum, der wohl gleichfalls ein Zeichen der Zusammengehörigkeit von Papille und Zahnbein abgiebt. Auch bei den Eidechsen gehört nach Leydig die Zahnsubstanz ihrer Entstehung nach dem Epithel der Schleimhaut an. Es ist jedoch hinlänglich nachgewiesen, daß das Zahnbein ein Produkt der Pulpa ist. Es wird ebenso wie von den Ameloblasten auch von den Odontoblasten eine Substanz ausgeschieden, welche durch Aufnahme von Kalksalzen zu dem festen Dentin wird.

---

1) Leydig, Die Zähne einheimischer Schlangen nach Bau und Entwickelung. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 9, 1873.

Die Absonderung geht nur von der obersten Schicht aus, indem das Protoplasma der Zellen zu den Dentinröhrchen und die von der Zelle ausgehende Fibrille zur TOMES'schen Faser sich gestaltet. Der Kern schwindet, es rücken von unten her neue Zellen vor, die sich dann wieder zu spindelförmigen Odontoblasten umbilden und dem gleichen Prozeß wie ihre Vorgänger unterliegen. Der Zellenreichtum ist sehr groß, denn die Vermehrung der Zellen ist eine zahlreiche; sie erhalten sich sogar, natürlich durch Neubildung, eine Zeit lang hindurch und sind dabei imstande, fortwährend neues Dentin zu produzieren. Man sieht deutlich (Fig. 10), wie die Ausläufer der Zellen sich noch eine Strecke ins abgelagerte Zahnbein hinein fortsetzen; stellenweise kann man sie bis zur Spitze des Zahnes verfolgen. Sie sind von einer helleren Dentinzone umgeben, die sich merklich von der übrigen Grundsubstanz abhebt; dieselbe stellt natürlich nichts anderes dar als das spätere Röhrchen. In betreff der NEUMANN'schen Scheiden bin ich zu keinem Resultate gelangt, doch hege ich die Vermutung, daß sie aus den Zellenmembranen hervorgeht.

Die bei Säugetieren so häufig erwähnte Membrana praeformativa, welche man bald zwischen Dentin und Schmelz, bald auf der Oberfläche der Odontoblasten gesehen haben wollte, ist nach meinen Beobachtungen nicht vorhanden, wie denn überhaupt die Existenz derselben heutzutage vielfach bestritten wird. Wir haben es jedenfalls darin nur mit einem Kunstprodukt zu thun.

Aufwachsen und Resorption der Zähne.

Zum Schluß möchte ich noch einige wenige Worte über das Aufwachsen und Abstoßen der Zähne sprechen, wobei ich mich allerdings mehr auf litterarische Angaben, als auf eigene Beobachtungen stütze.

Es ist zur Genüge bekannt, daß bei den niederen Wirbeltieren nicht nur die Anzahl der aufgewachsenen Zähne eine sehr bedeutende ist, sondern daneben auch mehr oder minder zahlreiche noch in der Schleimhaut des Kiefers zerstreut gefunden werden. Das Leben eines solchen Zahnes ist nicht von allzu langer Dauer, er wird nach längerer oder kürzerer Zeit abgestoßen. An seine Stelle tritt dann ein bisher in der Schleimhaut versteckter Reservezahn, welcher natürlich schon vollkommen ausgebildet sein muß. Es ist nicht immer der Fall, daß er genau denselben Platz ein-

nimmt wie sein Vorgänger, man sieht vielfach, daß der Nachfolger neben einer Vertiefung steht, welche von dem eben ausgefallenen Zahne herstammt. Der nächstfolgende verbindet sich dann vielleicht mit dem Knochen an der Einsenkungsstelle. Die Verwachsung geht in der Weise vor sich, daß beide Gewebe, Zahnbein und Knochen, die doch nahe verwandt sind, Fortsätze aussenden, die miteinander verschmelzen und verkleben, so daß ein ununterbrochener Zusammenhang entsteht. Die Verwachsung würde nicht eintreten, sobald bei diesen Tieren die sog. Epithelscheide, welche ja die Fortsetzung des Schmelzorganes ist, vorhanden wäre und weiter in die Tiefe wachse. Auf diese Weise erklärt auch Röse das Wurzelwachstum bei den Krokodilen. Das Zahnbein geht bei den mit dem Knochen verbundenen Zähnen fast ohne jegliches Merkmal in den Knochen über, wenn auch die Zahnröhrchen lange nicht so zahlreich im unteren Teile vertreten sind, als sonst.

Ueber die Abstoßung der Zähne herrschen unter den Forschern manche Meinungsverschiedenheiten. Die einen glauben, z. B. Owen, daß der neue Zahn gegen die Basis seines Vorgängers andrückt, denselben unterminiert und schließlich zum Ausfall bringt. Andere wieder behaupten, daß durch das Vordringen des jungen Zahnes die Pulpa des alten abstirbt und schließlich der Zahn wie ein Fremdkörper ausgestoßen wird. Noch andere lassen eine Resorption des Zahnes durch Osteoclasten entstehen, die in den sog. Howship'schen Lakunen eingebettet sind. Dadurch soll denn allmählich eine Lockerung herbeigeführt und der Zusammenhang unterbrochen werden. Dieser Ansicht ist auch Hertwig [1]), während er dem Ersatzzahn jedwelche Schuld an der Resorption abstreitet, da die Zerstörung der alten Zähne an der Innenseite und Basis erfolgen müßte, was nicht der Wirklichkeit entspricht. Gerade im Gegenteil soll dabei die Außen- und Seitenwand in Mitleidenschaft gezogen werden. Hertwig stellt sogar die Behauptung auf, daß bei den niederen Wirbeltieren der Ausfall als primär zu betrachten ist und der „so ungemein lebhafte Ersatz" erst davon abhängt.

---

1) O. Hertwig, Ueber das Zahnsystem der Amphibien und seine Bedeutung für die Genese des Skeletts der Mundhöhle. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 9, 1874.

Litteraturverzeichnis.

1) Cuvier, Leçons d'anatomie comparée. Uebersetzung, III. Teil, Leipzig 1810.
2) Born, Bemerkungen über den Zahnbau der Fische. Heusinger's Zeitschr. f. org. Physik, Bd. 1, 1827.
3) Retzius, Bemerkungen über den inneren Bau der Zähne. Müller's Archiv, 1837.
4) Owen, Odontography, 1840—1845.
5) Waldeyer, Bau und Entwickelung der Zähne. Stricker's Handb. d. Gewebelehre, 1871.
6) Kölliker, Untersuchungen zur vergleichenden Gewebelehre. Würzb. Verhandl., Bd. 8.
7) — Gewebelehre, 5. Aufl., 1868.
8) Kollmann, Entwickelung der Milch- und Ersatzzähne beim Menschen. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, 1870.
9) Hertz, Untersuchungen über den feineren Bau und die Entwickelung der Zähne. Virchow's Archiv, Bd. 37, 1866.
10) Sirena, Ueber den Bau und die Entwickelung der Zähne bei den Amphibien und Reptilien. Verh. der phys.-med. Ges. in Würzburg, 1872.
11) Leydig, Die Zähne einheimischer Schlangen nach Bau und Entwickelung. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 9, 1873.
12) — Ueber die Molche der württembergischen Fauna. Troschel's Arch. f. Naturgeschichte, 1867.
13) — Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. Tübingen 1872.
14) Heincke, Untersuchungen über die Zähne niederer Wirbeltiere. Inaug.-Diss., Leipzig 1873.
15) Hertwig, O., Ueber den Bau und die Entwickelung der Placoidschuppen und der Zähne der Selachier. Jen. Zeitschr. für Naturw., Bd. 8, 1874.
16) — Ueber das Zahnsystem der Amphibien und seine Bedeutung für die Genese des Skeletts der Mundhöhle. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 11, 1874.
17) Röse, Ueber die Zahnentwickelung der Reptilien. Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilkunde, Aprilheft 1892.
18) — Ueber die Zahnentwickelung der Kreuzotter. Anat. Anz., Bd. 9, 1894.
19) — Das Zahnsystem der Wirbeltiere. Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte, herausgegeben von Fr. Merkel und R. Bonnet.
20) — Ueber die Zahnleiste und die Eischwiele der Sauropsiden. Anat. Anz., 1892.
21) — Ueber die Zahnentwickelung vom Chamäleon. Anat. Anz., 1893.
22) — Ueber die Zahnentwickelung der Krokodile. Verhandl. der anat. Gesellsch., 1892.
23) — Ueber die Entwickelung der Zähne des Menschen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 38.

24) Sachse, Beiträge zur Kenntnis der Entwickelung der Schneidezähne bei Mus musculus. Inaug.-Diss., Leipzig 1894.
25) Tomes, On the Structure and Development of the Teeth of Ophidia, 1874. Proceedings of the Royal Society of London, Vol. XXIII.
26) — London, Phil. Transact. 1849, 1850.
27) Leche, Ueber die Zahnentwickelung von Iguana tuberculata. Anat. Anz., 1893.
28) — Studien über die Entwickelung des Zahnsystems bei den Säugetieren. Morphol. Jahrbuch, Bd. 19, 1892.
29) Voebckel, Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der Giftzähne von Pelias berus. Inaug.-Diss., Leipzig 1895.
30) Menge, Ueber Lacerta agilis und crocea. Neueste Schriften d. naturf. Gesellschaft in Danzig, Bd. 4, 1850.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XI.

Sämtliche Zeichnungen sind sehr stark vergrößert.

Fig. 1. Querschnitt durch die rechte Oberkieferhälfte von Anguis fragilis. *ME* Mundhöhlenepithel, *ZL* Zahnleiste, *BG* Bindegewebe, *K* Knochen, *B* Blutgefäß.

Fig. 2. Querschnitt durch die linke Oberkieferhälfte von Tropidonotus natrix (5,6 cm). *ME* Mundhöhlenepithel, *ZL* Zahnleiste, *CbE* Cuboidalepithel, *CE* Cylinderepithel, *BG* Bindegewebe.

Fig. 3. Querschnitt durch die rechte Oberkieferhälfte von Lacerta muralis. *ME* Mundhöhlenepithel, *ZL* Zahnleiste, *ZK* Zahnkeim, *KV* Kolbige Verdickung der Zahnleiste, *BG* Bindegewebe.

Fig. 4. Querschnitt durch die linke Oberkieferhälfte von Anguis fragilis. *ME* Mundhöhlenepithel, *ZL* Zahnleiste, *K* Knochen, *ZA* Zahnanlage, *B* Blutgefäß.

Fig. 5. Querschnitt durch die linke Oberkieferhälfte von Tropidonotus natrix (12 cm). *ME* Mundhöhlenepithel, *ZLM* Zahnleiste für Maxillare, *ZLP* Zahnleiste für Palatinum, *ZA* Zahnanlage, *Kn* Knorpel, *K* Knochen.

Fig. 6. Teil eines Schliffes von einem Schlangenzahn. *S* Schmelz, *C* Cuticula, *D* Dentinröhrchen, *Cl* Konturlinien.

Fig. 7. Teil eines Zahnschliffes von Lacerta agilis. *S* Schmelz, *D* Dentinröhrchen, *Cl* Konturlinien.

Fig. 8. Querschnitt durch einen Zahnkeim von Tropidonotus natrix. *Sm* Schmelzmembran, *ZP* Zahnpapille, *ZS* Zahnsäckchen, *RÄE* Rest des äußeren Epithels.

Fig. 9. Längsschnitt durch einen Zahnkeim von Anguis fragilis. *AS* Ameloblastenschicht, *ÄE* äußeres Epithel, *F* Füllsel, *D* Dentin, *ZP* Zahnpapille, *ZS* Zahnsäckchen.

Fig. 10. Längsschnitt durch einen Zahnkeim von L. muralis, *AS* Ameloblastenschicht, *ÄE* äußeres Epithel, *ZP* Zahnpapille. *O* Odontoblasten, *TF* Tomes'sche Faser, *D* Dentin, *ZL* Zahnleiste.

Zur Entwickelungsgeschichte des Nagetiergebisses.

Aus dem zoologischen Institut der Universität Jena.

Von

Paul Adloff.

Hierzu Tafel XII—XVI und 4 Figuren im Text.

Die Ordnung der Rodentien ist ausgezeichnet durch eine ganz besonders weitgehende Specialisierung des Zahnsystems. Alle Nagetiere besitzen im Ober- und Unterkiefer nur einen meißelförmigen immerwachsenden Nagezahn. Eine Ausnahme hiervon machen nur die Lagomorphen, bei denen im Oberkiefer hinter den großen Nagezähnen noch ein kleines rudimentäres Zähnchen vorhanden ist. Allen Rodentien ist ferner gemeinsam eine zahnlose Lücke zwischen den Nagezähnen und Backzähnen hervorgerufen durch Reduktion von Incisivi, Canini und Prämolaren. Dieselbe ist verschieden weit ausgebildet. Während bei einem Teile der Sciuromorphen im Oberkiefer noch 2 Prämolaren vorhanden sind, jedenfalls bei allen aber im Ober- und Unterkiefer 1 Prämolar, findet sich bei Hystricomorphen stets nur einer; bei den Myomorphen kann auch dieser fehlen, ja sogar ein Molar kann noch der Reduktion anheimgefallen sein, so daß also die Formel für diese drei Ordnungen zwischen

$$\frac{1\ 0\ 2\ 3}{1\ 0\ 1\ 3} \text{ und } \frac{1\ 0\ 0\ 2}{1\ 0\ 0\ 2}$$

liegt. Eine Ausnahme hiervon machen, wie schon erwähnt, die Lagomorphen, die im Oberkiefer 2 Incisivi, ferner 3 Prämolaren im Ober- und 2 Prämolaren im Unterkiefer besitzen. Diese und andere von den übrigen Rodentien abweichende Bildungsverhältnisse, so z. B. die querovale Gelenkgrube des Kiefers, haben den Schluß nahegelegt, daß die Lagomorphen und die übrigen Rodentien sich nicht zu gleicher Zeit entwickelt haben.

Der Zahnwechsel ist bei den Rodentien, auch hier wieder mit Ausnahme der Lagomorphen, die außerdem noch den kleinen rudimentären Schneidezahn wechseln, allein auf die Prämolaren beschränkt; auch diese werden bei einem Teile schon intrauterin gewechselt, so daß es den Anschein hat, als ob die Rodentien auf dem Wege sind, überhaupt den Zahnwechsel zu verlieren. Die Art und Weise, in welcher sich diese entschieden vorteilhafte Specialisierung des Gebisses aus der geschlossenen Zahnreihe der Tillodontien — Esthonyx weist noch die Formel $\frac{3\,1\,3\,3}{3\,1\,3\,3}$ auf — entwickelt hat, ist noch nicht endgiltig festgestellt. Zuerst behauptete COPE[1]), gestützt auf seine paläontologischen Funde, daß der Nagezahn der Rodentien dem I_2 der übrigen Säuger entspräche. Er sagt darüber: „I have called attention to the fact, that the first inferior incisor is rudimental in Calamodon, and Marsh has shown the same thing in Tillotherium. In both genera the second incisor is the effective tooth. The third is present in Calamodon. In Tillotherium the third incisor is apparently wanting. In Psittacotherium the first incisor tooth is present and effective, but the second is larger. It is not certain, whether these are first and second, or second and third incisors. If we allow Esthonyx to decide the question, the large second tooth is truly the second incisor, for in that genus the first incisor is small, and the third is rudimental. With present information, then, the inferior incisor of the Rodentia is the second of the Mammalian series.“

Ein entwickelungsgeschichtlicher Beweis für diese Behauptung stand bisher noch aus, trotzdem das Zahnsystem der Nagetiere schon mehrfach in dieser Beziehung untersucht worden ist. Ich verweise hierbei auf die von WOODWARD[2]) gegebene Uebersicht, der auch feststellte, daß HUXLEY[3]) es war, der im Jahre 1880 zum ersten Male Rudimentärzähnchen im Ober- und Unterkiefer von Lepus cuniculus beschrieb und dieselben als Vorgänger der

1) E. D. COPE, The mechanical Causes of the Origin of the Dentition of the Rodentia.

2) M. F. WOODWARD, On the Milk Dentition of the Rodentia with a Description of a vestigial Milk Incisor in the Mouse. Anat. Anz., Bd. 9, No. 19 u. 20.

3) T. H. HUXLEY, On the Application of the Laws of Evolution to the Arrangement of the Vertebrata and more particularly of the Mammalia, Proc. Zool. Soc., 1880. p. 655.

großen Nagezähne ansprach. Im Jahre 1884 entdeckten dann POUCHET und CHABRY[1]) dieselben von neuem, und im Jahre 1892 fand FREUND[2]) sie auch bei Sciurus vulgaris und außer ihnen noch weitere rudimentäre Schmelzkeime, die von einer ursprünglich reicheren Bezahnung der Rodentien Zeugnis gaben.

Zuletzt beschrieb dann noch WOODWARD[3]) Rudimentärzähnchen im Oberkiefer von Mus musculus, die er in diesem Falle wohl allein mit Recht, als Vorgänger der großen Nagezähne ansprach.

Die Durchsicht einer im Besitze von Herrn Professor KÜKENTHAL befindlichen Frontalschnittserie durch den Kopf eines Embryo von Spermophilus leptodactylus bot so viel Neues und Interessantes, daß ich mich entschloß, die Entwickelung des Zahnsystems der Nagetiere einer erneuten, eingehenderen Untersuchung zu unterziehen, zumal die Untersuchung der früheren Forscher sich zum Teil nur auf den vorderen Abschnitt der Kiefer erstreckt hatte.

Es gelang mir auch mit der gütigen Hilfe von Herrn Professor KÜKENTHAL, ein verhältnismäßig reichliches Material zusammenzubringen, so daß mir im Ganzen 16 Embryonen von verschiedenen Nagern und in den verschiedensten Entwickelungsstadien zur Verfügung standen, und zwar von Sciuromorphen, Hystricomorphen, Myomorphen und Lagomorphen.

Die Behandlung der Objekte war die bekannte: Entkalkung der Köpfe in 8—10-proz. wässeriger Salpetersäure, Doppelfärbung mit Bleu de Lyon und Boraxkarmin und Anfertigung von lückenlosen Frontalschnittserien mittelst Mikrotoms.

Ich gehe nunmehr zur Durchsicht der Schnittserien über und schicke noch voraus, daß die verschiedenen Zahnsorten in der bekannten Weise bezeichnet worden sind, und zwar mit I die Schneidezähne, mit C die Eckzähne, mit P die Prämolaren und mit M die Molaren. Gehören die betreffenden Zähne der ersten oder sogenannten Milchdentition an, so ist denselben ein kleines d hinzugefügt worden, so daß also z. B. Pd_2 der zweite Prämolar erster Dentition wäre.

---

1) POUCHET et CHABRY, Contributions à l'odontologie des Mammifères. Journ. Anat. et Physiol., 1884.

2) P. FREUND, Beiträge zur Entwickelung der Zahnanlagen bei Nagetieren. Archiv f. mikr. Anat., Bd. 39.

3) Siehe Anm. 2 auf vorherg. Seite.

Spermophilus citillus.
Embryo. Kopflänge 1,5 cm.

Oberkiefer.

Im Beginn der Schnittserie begegnen wir keiner Spur einer Schmelzleiste, nur die Lippenfurche bildet eine tiefe Einkerbung des stark verdickten Mundhöhlenepithels und streckt sich als flacher Wall ins Mesoderm hinein.

Die erste Spur der Schmelzleiste erblicken wir als kleine Epithelhäufchen, die ziemlich tief im Bindegewebe liegen ohne Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel.

Auf dem nächsten Schnitte vereinigen sich diese Häufchen zu einer zusammenhängenderen Masse. Unter ihr, also dem Mundhöhlenepithel zugewandt, liegt ein kleines Dentinscherbchen. Es bildet ungefähr einen Halbkreis. Die offene Seite liegt nach unten. Im Lumen liegen Bindegewebszellen, auch Spuren eines Zahnsäckchens sind vorhanden. Die ihm aufgelagerte Epithelmasse ist in augenscheinlicher Auflösung begriffen. Doch liegt dem Dentinscherbchen noch eine Zellenreihe dicht an, die zweifellos das innere Schmelzepithel vorstellt. Es ist ein Zähnchen, und zwar in rudimentärem Zustande (Fig. 1). Wir erkennen letzteren unschwer als solchen in der Form des wie zerrissen aussehenden Dentins, an dem Mangel eines Schmelzorgans, von dem nur noch kümmerliche Reste des inneren Schmelzepithels vorhanden sind; andererseits ist aber wieder jeder Zweifel an seiner Natur eben durch die Dentinbildung und seine Beziehungen zur Schmelzleiste und den folgenden Zahnanlagen ausgeschlossen. Nach 2 Schnitten ist das rudimentäre Zähnchen verschwunden.

Die Epithelmasse vergrößert sich und nimmt regelmäßigere Gestalt an. Gleichzeitig tritt sie in Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel, und 13 Schnitte hinter dem rudimentären Zähnchen treffen wir auf die nächste Zahnanlage. Sie liegt etwas mehr labialwärts als das erstere. Die Schmelzleiste bildet beiderseits einen breiten, massigen Epithelstrang und steht vollkommen in Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel. Die Anlage selbst steht auf dem glockenförmigen Stadium. Das innere Schmelzepithel ist gut ausgebildet, die Schmelzpulpa beginnt sich zu differenzieren. Weder lingual noch labial sehen wir Spuren einer folgenden oder vorhergegangenen Dentition (Fig. 2).

Hinter dieser Anlage verliert die Schmelzleiste ihren Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel. Nur ein kleiner Rest

dicht über letzterem bleibt konstant bestehen. Erst in der Nähe der STENSON'schen Gänge treten beide wieder miteinander in Verbindung, und seitlich der Einmündung derselben in die Mundhöhle treffen wir auf eine fernere Anlage.

Sie ist bereits der Reduktion in hohem Grade anheimgefallen, doch zeigt sie uns noch deutlich einen kappenförmig eingestülpten Schmelzkeim; inneres und äußeres Schmelzepithel sind noch zu unterscheiden.

Labial der Anlage sehen wir einen Zapfen des Mundhöhlenepithels sich ins Bindegewebe hineinsenken. Von ihm aus nimmt der Schmelzkeim seinen Ursprung (Fig. 3a und b).

Die Anlage ist während mehrerer Schnitte sichtbar.

Dann verliert die Schmelzleiste wieder ihren Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel. Wir sehen nur einen kleinen Rest dicht über letzterem. Im weiteren Verlaufe wird sie wieder deutlicher, und 31 Schnitte hinter der letzten Anlage treffen wir auf einen kleinen Schmelzkeim, der im Beginn der kappenförmigen Einstülpung steht und durch einen dünnen Hals mit dem Mundhöhlenepithel verbunden ist (Fig. 4a und b). Auch diese Anlage macht keinen normalen Eindruck. Der dünne Hals scheint sich bereits abschnüren zu wollen, so daß eine weitere Entwickelung kaum anzunehmen ist.

Rekapitulieren wir nun noch einmal unsere bisherigen Funde, so fanden wir zuerst ein rudimentäres, bereits verkalktes Zähnchen, kurz dahinter eine größere, normal entwickelte Anlage, die auf dem glockenförmigen Stadium steht.

Seitlich der STENSON'schen Gänge trafen wir auf einen bereits stark in Auflösung begriffenen Schmelzkeim im kappenförmigen Stadium. Labial dieser Anlage senkt sich ein starker Zapfen des Mundhöhlenepithels ins Bindegewebe hinein, und von diesem Zapfen aus nimmt dieselbe ihren Ursprung. 31 Schnitte dahinter liegt dann noch ein kleiner Schmelzkeim, der im Begriffe steht, sich kappenförmig einzustülpen und augenscheinlich gleichfalls in Reduktion begriffen ist.

Wie haben wir nun diese Anlagen zu homologisieren?

Nach meinem Dafürhalten stellt das erste rudimentäre Zähnchen den im Laufe der Stammesgeschichte bei den Nagern verloren gegangenen I_1 vor, die nächste Anlage ist die des großen Nagezahns, der dem I_2 der anderen Säuger homolog ist. Der Schmelzkeim neben der Einmündung der STENSON'schen Gänge entspricht einem gleichfalls nicht mehr zur Entwickelung gelangenden I_3, und die letzte Anlage dürfte als die letzte Spur

eines Eckzahns aufzufassen sein. Die Berechtigung für diese Auffassung ergiebt sich aus dem Studium älterer Stadien, und werde ich auch dann erst auf die Gründe näher eingehen, die mich zu derselben geführt haben.

Auch hinter dem Eckzahn bleibt die Schmelzleiste stets sichtbar, wenn auch nur in geringfügigen Resten, die dicht über dem Mundhöhlenepithel ohne Zusammenhang mit demselben lagern. In die Backzahngegend gekommen, treffen wir zunächst auf die Anlage des kleinen, stiftförmigen Prämolaren (Fig. 5).

Spuren eines diesem noch vorhergehenden Pm konnten hier nicht beobachtet werden, doch konnte ich solche in der That bei dem älteren Embryo von Spermophilus leptodactylus nachweisen. Hieraus ergiebt sich die Berechtigung, den kleinen ersten Backzahn der Sciuromorphen als P_2 zu bezeichnen.

Derselbe bietet manches Interessante, so daß es sich der Mühe verlohnt, etwas näher auf ihn einzugehen.

Er steht auf dem glockenförmigen Stadium, das innere Schmelzepithel ist bereits ausgebildet, auch die Schmelzpulpa hat sich differenziert. Ein Zahnsäckchen umgiebt die Anlage. Lingual sehen wir das freie Schmelzleistenende. Labial der Anlage geht nun vom Mundhöhlenepithel ein starker Zapfen aus. Sein freies, etwas verdicktes Ende scheint im Begriffe zu sein, sich kappenförmig einzustülpen.

Von diesem Zapfen aus entspringt nun die Anlage (Fig. 5).

Dieselbe kann, da ja Spermophilus wie alle Sciuromorphen die Prämolaren wechselt, nur zur ersten Dentition gehören. Das beweist auch das linguale freie Schmelzleistenende, aus dem die Ersatzzahnanlage hervorgeht. Der kappenförmig eingestülpte labiale Zapfen kann also nur ein Ueberrest jener auch schon bei anderen Säugern von KÜKENTHAL [1]), LECHE [2]), RÖSE [3]) u. a. beschriebenen

1) W. KÜKENTHAL, Entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen am Pinnipediergebisse. Jenaische Zeitschr., Bd. 28, N. F. Bd. 21.

Derselbe, Vergl.-anat. entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen an Waltieren. Denkschr. der Med.-nat. Gesellsch. Jena, 1893, Bd. 3.

Derselbe, Das Gebiss von Didelphys. Ein Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Beuteltiere. Anat. Auszüge, 1891.

Derselbe, Vergl.-anat. u. entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen der Sirenen. Jen. Denkschriften, Bd. 7.

2) WILH. LECHE, Zur Entwickelungsgeschichte des Zahnsystems der Säugetiere. Bibliotheca zoologica, 1895.

3) C. RÖSE und O. BARTELS, Ueber die Zahnentwickelung des Rindes.

prälaktealen Dentition sein und erscheint mir auch identisch mit dem vorher erwähnten labialen Zapfen, von dem aus die rudimentäre Anlage von I_3 ihren Ursprung nimmt.

Ich bemerke hier nochmals, da ich noch später auf diesen Umstand zurückkomme, daß auch Pd_2 von dieser prälaktealen Anlage aus, nicht vom Mundhöhlenepithel entspringt.

Im weiteren Verlaufe der Schnitte sehen wir dann am hinteren Ende der Anlage von Pd_2 auffallenderweise plötzlich noch ein freies liguales Schmelzleistenende auftreten. Dasselbe liegt wieder lingual des freien Endes der Schmelzleiste, aus dem späterhin der Ersatzzahn entsteht (Fig. 6). Sehr merkwürdig ist es nun, daß dasselbe bereits kolbig verdickt ist, während das Ersatzzahnende sich gerade von der Anlage emanzipiert hat.

Es ist keine Frage, daß dieses freie Schmelzleistenende lingual der Ersatzzahnanlage identisch ist mit den auch bei anderen permanenten Zähnen beobachteten freien Enden der Schmelzleiste. Es wird hierdurch die Möglichkeit einer die Ersatzzähne noch ersetzenden Dentition gegeben, wie ja auch von LECHE[1]) ein bereits verkalkter Nachfolger des permanenten Prämolaren bei Erinaceus aufgefunden worden ist.

Unser Fall ist nur noch besonders interessant dadurch, daß diese Anlage in der Entwickelung der jüngeren Generation verhältnismäßig voraus ist. Während letztere sich gerade vom Schmelzorgan des Pd_2 emanzipiert hat, ist dieselbe deutlich kolbig angeschwollen. Die Konsequenzen dieses auffallenden Verhaltens behalte ich mir vor im allgemeinen Teile zu erörtern.

Hinter Pd_2 sehen wir von der Schmelzleiste eigenartige labiale Sprossen entstehen, die schließlich in dem Schmelzorgan von Pd_3 aufgehen, eine Erscheinung, die, wie uns ältere Stadien lehren, keineswegs ohne Bedeutung ist.

Pd_3 steht auf dem glockenförmigen Stadium und ist in voller Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel. Auffallend ist die eigentümliche Form des lingualen freien Schmelzleistenendes. Labial ist keine Spur einer vorhergegangenen Dentition (Fig. 7).

M_1 steht gleichfalls auf dem glockenförmigen Stadium. Lingual ist das Ende der Schmelzleiste nur angedeutet. Es bildet eine Hervorbuchtung der lingualen Wand des Schmelzorgans. Auch

1) LECHE, Zur Entwickelungsgeschichte des Zahnsystems der Säugetiere.

hier ist labial eine Spur einer vorhergegangenen Dentition nicht zu bemerken (Fig. 8).

M_2 und M_3 sind noch nicht angelegt. Die Schmelzleiste setzt sich noch eine ganze Strecke weit durch den Kiefer fort.

Unterkiefer.

Die beiderseitigen Schmelzleisten entspringen getrennt aus dem Winkel, der gebildet wird vom Mundhöhlenepithel und der ringförmig ins Bindegewebe hineingelagerten und den MECKEL'schen Knorpel umschließenden Epithelmasse, dem sogen. mur plongeant. Auch im Unterkiefer ist ein rudimentäres Zähnchen vorhanden, das ich analog demjenigen des Zwischenkiefers als I_1 deute (Fig. 9).

Die Schmelzleiste reicht ziemlich tief als verhältnismäßig kompakter Epithelstrang ins Bindegewebe hinein, so daß ihr Ende noch eine Strecke weit über den MECKEL'schen Knorpel hinausreicht.

Inneres und äußeres Schmelzepithel ist nicht mehr zu unterscheiden, überall sehen wir dieselben gleichartigen rundlichen Zellen. Im Ende der Schmelzleiste liegt nun ein dünner cylindrischer, nach unten geöffneter Dentinring. Im Innern des Ringes liegen Bindegewebszellen. Es kann auch hier ein Zweifel an der rudimentären Natur des Gebildes nicht auftreten. Bemerkenswert ist noch ein lingualer Fortsatz der Schmelzleiste, den ich als das freie Ende derselben auffasse, so daß also der rudimentäre I_1 der ersten oder Milchdentition zuzurechnen wäre, was auch mit anderen Befunden übereinstimmt.

Gleich hinter I_1 erscheint dann die Anlage des großen Nagezahns. Das Schmelzorgan hat im vorderen Teile die Papille bereits umwachsen. Die Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel ist unter demselben bereits gelöst (Fig. 10).

Labial der Anlage sehen wir einmal dicht unter dem Mundhöhlenepithel einen dünnen, am Ende etwas verdickten Epithelstrang labialwärts im Bindegewebe liegen. Dann geht von dem noch vorhandenen Teile der Schmelzleiste, die mit der Anlage noch in Verbindung ist, gleichfalls labial eine kleine, kolbig verdickte Knospe aus. Ersteres halte ich für die Ueberreste einer präläktealen Dentition, letzteres ist die rudimentäre Anlage des großen Nagezahns erster Dentition.

Außerdem sehen wir lingual deutlich ein freies Schmelzleistenende, das also einer noch folgenden Dentition entsprechen würde.

In der Lücke ist keine Spur der Schmelzleiste vorhanden. Erst in der Backzahngegend, wenn im Oberkiefer Pd_2 vorüber ist, erscheint hier die Anlage von Pd_3. Sie steht auf dem glockenförmigen Stadium. Lingual sehen wir ein freies Schmelzleistenende von derselben eigenartigen Form wie das entsprechende im Oberkiefer (Fig. 11).

Labial am oberen Rande des Schmelzorgans sehen wir von der Schmelzleiste einen Epithelsproß ausgehen, der sich an den labialen Rand des Schmelzorgans anlegt.

Auf dem nächsten Schnitte haben wir sogar den Eindruck, als wenn auch labial, ähnlich wie auf der lingualen Seite ein freies Schmelzleistenende vorhanden ist (Fig. 12). Sehen wir näher zu, so bemerken wir, daß dasselbe von gleichen labialen Sprossen der Schmelzleiste gebildet wird. Letztere tragen also mit bei zur Bildung des labialen Teiles des Schmelzorgans.

Hinter Pd_3 sehen wir auch fernerhin derartige labiale Sprosse von der Schmelzleiste abgehen, und wir finden dieselben auch in der labialen Wand des Schmelzorgans von M_1 wieder (Fig. 13).

Auch hier haben wir dasselbe Bild eines labialen freien Schmelzleistenendes.

Lingual ist ein solches nicht vorhanden. Nur eine ganz schwache Hervorwölbung der lingualen Wand des Schmelzorgans zeigt seine Stelle an. M_2 steht im Beginn des kappenförmigen Stadiums (Fig. 14).

M_3 ist noch nicht angelegt.

Die Schmelzleiste ist noch eine Strecke weit im Kiefer verfolgbar.

Zusammenfassung.

Im Ober- und Unterkiefer befindet sich vor der Anlage des großen Nagezahns ein rudimentäres Zähnchen, das ich dem I_1 der anderen Säuger homolog erachte, so daß also der große Nagezahn dem I_2 entsprechen würde.

Im Oberkiefer ist dann ferner noch die rudimentäre Anlage eines I_3 vorhanden und eine Anschwellung der Schmelzleiste im Beginn des kappenförmigen Stadiums, die die Eckzahnanlage vorstellen dürfte.

In der Lücke des Oberkiefers ist die Schmelzleiste stets zu verfolgen.

Im Unterkiefer finden sich labial der Anlage des großen Nagezahns die letzten Reste einer prälaktealen Dentition, ferner eine

Knospe, die die rudimentäre Anlage des Nagezahns erster Dentition bildet.

In der Lücke fehlt die Schmelzleiste bis zum Erscheinen der Prämolaren vollkommen.

Spermophilus leptodactylus.

Embryo. Kopflänge 2,1 cm.

Leider war es mir nicht möglich, ein älteres Stadium von Spermophilus citillus zu erhalten.

Dagegen stellte mir Herr Professor KÜKENTHAL einen vorzüglich konservierten Embryo eines etwas älteren Stadiums von Spermophilus leptodactylus mit einer Kopflänge von 2,1 cm bereitwilligst zur Verfügung. Außerdem überließ mir Herr Professor KÜKENTHAL 2 Schnittserien desselben Tieres in zuvorkommendster Weise zur Durchsicht. Obwohl alle drei Embryonen einem und demselben Wurfe entstammten, ergaben sich doch bei den einzelnen Exemplaren individuelle Verschiedenheiten. Doch scheint es mir vorteilhafter, nur eine Serie zu behandeln und die Abweichungen der anderen jedesmal besonders zu erörtern. Ich lege die aus dem Kopfe gewonnene Schnittserie meiner Untersuchung zu Grunde. Ich nenne dieselbe Serie I, während ich die anderen beiden als Serie II und III rubriziere.

Oberkiefer.

Die Schmelzleisten der beiden Oberkiefer treffen in der Medianlinie nicht zusammen. Sie beginnen gesondert als breite, divergirende Einsenkungen des Mundhöhlenepithels in das darunter liegende Bindegewebe. Kurz nach ihrem Auftreten erscheint auch hier das rudimentäre Zähnchen. Das Bild ist hier insofern etwas anders, als die Schmelzleiste noch in voller Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel ist. An ihrem freien Ende allseitig von Epithel umgeben, liegt der tief dunkel gefärbte Dentinring. In seinem Lumen liegen einzelne Zellen. Jede Differenzierung in Schmelzpulpa, äußeres und inneres Schmelzepithel fehlt (Fig. 15).

Einige Schnitte dahinter ist das Zähnchen verschwunden, gleichzeitig treffen wir auf die vollkommen differenzierte Anlage des großen Nagezahns. Die anfangs breite Schmelzleiste ist schmäler geworden und zu einem dünnen Strange reduziert. Noch ist eine Verbindung der Zahnanlage mit dem Mundhöhlenepithel vorhanden, doch merkt man schon die beginnende Ab-

schnürung, indem an einigen Stellen hereindringende Bindegewebszellen eine Durchtrennung vorbereiten.

Die Anlage selbst ist im Beginn, Hartgebilde abzuscheiden. Eine mäßig große Schmelzpulpa ist vorhanden. Die inneren Schmelzzellen sind zu länglichen Gebilden herangewachsen. Auch die peripheren Zellen der Pulpa beginnen sich zu den cylindrischen Odontoplasten zu differenzieren.

In der Schmelzpulpa liegt eine große Epithelperle. In Serie II finden wir ein ein klein wenig anderes Bild. Das rudimentäre Zähnchen tritt hier nämlich nahezu gleichzeitig mit der Anlage des großen Nagezahns auf, so daß es in die diese Anlage mit dem Mundhöhlenepithel verbindende, hier breite Schmelzleiste zu liegen kommt. Auch die Epithelperle in der Schmelzpulpa finden wir wieder. Sie tritt hier durch stärkere Aufnahme von Farbstoffen besonders deutlich hervor (Fig. 16).

Im weiteren Verlaufe der Schnitte erhält die Schmelzleiste ein zerklüftetes Aussehen. Die Verbindung der Zahnanlage, die sich noch eine Strecke weit fortsetzt, mit dem Mundhöhlenepithel geht verloren; wir finden nur im Bindegewebe dicht unter letzterem hier und da einige Epithelreste. Auch diese verschwinden weiterhin, und nur eine ganz geringe Einsenkung des Epithels und eine eigenartige Anordnung der Bindegewebszellen zeigen uns die Stelle an, von der aus sich die Schmelzleiste entwickelt hat. Doch ist sie bei einiger Aufmerksamkeit stets deutlich zu verfolgen. Auf den nächsten Schnitten fängt sie wieder an, sich etwas mehr in das Bindegewebe hinein zu senken. In letzterem sehen wir einen kleinen Epithelstreifen senkrecht zum Mundhöhlenepithel, aber vorläufig ohne Verbindung mit demselben auftreten. 4 Schnitte weiter ist die Verbindung hergestellt.

Wir haben einen kleinen typischen Schmelzkeim vor uns im kappenförmigen Stadium. Wir unterscheiden deutlich eine periphere Epithelschicht mit dicht nebeneinander liegenden, etwas länglichen Zellen. Bindegewebszellen dringen in die kappenförmige Einstülpung des Epithels hinein.

Die Anlage liegt seitlich von der Einmündung der STENSONschen Gänge in die Mundhöhle und ist als solche nur auf wenigen Schnitten sichtbar (Fig. 17). Die winzige Größe des Gebildes, der vollständige Mangel einer Schmelzpulpa und einer Differenzierung des Schmelzepithels, das Fehlen des Zahnsäckchens lassen uns nicht zweifeln, daß wir es mit einem Schmelzkeim im höchsten Grade der Reduktion zu thun haben.

Wir finden also auch in diesem Stadium vor dem großen Nagezahn, der unschwer schon durch seine Größe und den Grad seiner Ausbildung als solcher zu identifizieren ist, noch ein rudimentäres, bereits verkalktes Zähnchen, während auch hinter demselben ein rudimentärer Schmelzkeim vorhanden ist, der gegenüber dem vorigen Stadium etwas mehr rückgebildet erscheint.

Schon vorher behauptete ich, daß dieses rudimentäre Zähnchen vor dem großen Nagezahn einem verloren gegangenen I_1 entspreche. Von anderen Möglichkeiten wäre nur die ins Auge zu fassen, daß dasselbe einen Vorgänger des großen Nagezahns vorstellt, zumal bei dem Bilde, das uns Serie II liefert, denn hier liegt ja das Zähnchen in der Schmelzleiste desselben. Aber es sprechen gewichtige Gründe gegen eine solche Annahme, denn auch hier liegt dasselbe, wenn auch nur um ein Geringes, vor dem I_2 (dem großen Nagezahn), vor allem aber um ein Bedeutendes der Medianlinie näher, während doch im anderen Falle gerade das Gegenteil statthaben müßte. Außerdem hängt das Zähnchen durch eine eigene Schmelzleiste direkt mit dem Mundhöhlenepithel zusammen, während auch der große Nagezahn in derselben Weise mit letzterem in Verbindung steht. Die beiden Anlagen sind also vollkommen unabhängig voneinander.

Jeder Zweifel an die Identität des Zähnchens mit I_1 wird aber gehoben, wenn wir die entsprechenden Verhältnisse im Unterkiefer untersuchen. Denn hier ist, wie wir unten sehen werden, außerdem noch ein bereits verkalkter Vorgänger des großen Nagezahns vorhanden, von dem merkwürdigerweise im Oberkiefer trotz genauester Untersuchung keine Spur zu finden war. Ob die oben erwähnte Epithelperle als Ueberrest eines solchen anzusehen ist, lasse ich dahingestellt. Jedenfalls scheint mir das konstante Vorkommen derselben in allen 3 Serien sehr für eine solche Annahme zu sprechen.

Was nun die Anlage neben den Stenson'schen Gängen anbetrifft, so scheint sie mir identisch zu sein mit der von Freund [1]) bei Sciurus vulgaris beschriebenen. Nur finde ich nicht 2 dicht hintereinander liegende, sondern nur eine. Ich halte dieselbe, wie ich schon vorher erwähnte, nicht für Ueberreste eines Eckzahns, sondern für die eines dritten Schneidezahns. Das ergiebt sich auch ohne

---

1) Paul Freund, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Zahnanlagen bei Nagetieren. Archiv f. mikr. Anat., Bd. 39, Bonn, 1892.

weiteres, wie schon WOODWARD[1]) erwähnt, aus ihrer Lage neben den STENSON'schen Gängen. Außerdem wurden ja auch sowohl bei dem jüngeren Stadium von Spermophilus citillus als auch bei den später noch zu besprechenden Sciuriden Eckzahnreste aufgefunden, die jedenfalls absolut nichts mit den von FREUND beobachteten zu thun haben. Doch komme ich hierauf noch später zu sprechen.

Einige Schnitte hinter der Anlage von I_3 ist die Schmelzleiste verhältnismäßig stark entwickelt, ja auf einem Schnitt ist sie sogar knopfartig angeschwollen. Dann verschwindet sie und ist längere Zeit nur als ganz schwache Epithelverdickung vorhanden, doch stets auffindbar. Außer der erwähnten knopfartigen Anschwellung dicht hinter I_3, die ich als noch zu letzterem gehörig betrachte, ist auf diesem Stadium nichts vorhanden, was als Spuren eines Eckzahns aufzufassen wäre. Sämtliche 3 Serien geben in dieser Hinsicht übereinstimmende Resultate.

Ins Bereich der Backzähne gekommen, fängt die Schmelzleiste wieder an deutlicher sichtbar zu werden, wird allmählich stärker und senkt sich als ein kleiner kompakter Epithelzapfen in das Bindegewebe hinein. Erst 58 Schnitte hinter der Ausmündung der STENSON'schen Gänge treffen wir auf eine Ausbildung der Schmelzleiste, die wohl als eine Zahnanlage anzusprechen ist. Sie ist von geringer Größe, zwar auch deutlich auf dem kappenförmigen Stadium, doch ohne jede Anzeichen einer fortschreitenden Entwickelung. Weder ein Zahnsäckchen noch eine Schmelzpulpa sind vorhanden, auch keine Scheidung in äußeres und inneres Schmelzepithel. Gleichmäßig starke Cylinderzellen begrenzen allseitig das Gebilde. Wir haben hier ebenfalls eine rudimentäre Zahnanlage vor uns, die als letzter Rest eines Pd_1 aufgefaßt werden muß (Fig. 18).

Von jetzt ab bleibt die Schmelzleiste deutlich sichtbar. Sie reicht verhältnismäßig tief ins Bindegewebe hinein. Lingual von ihr liegen kleinere Epithelreste, die zeitweilig mit ihr in Verbindung treten. Einige Schnitte weiter treffen wir auf die Anlage von Pd_2. Sie steht auf dem glockenförmigen Stadium. Eine geräumige Schmelzpulpa, inneres und äußeres Schmelzepithel ist gut differenziert, auch ein Zahnsäckchen ist vorhanden.

Auch hier finden wir in derselben Weise wie bei Spermophilus

1) M. F. WOODWARD, On the Milk Dentition of the Rodentia with a Description of a vestigial Milk Incisor in the Mouse. Anat. Anz., Bd. 9, No. 19 und 20.

citillus höchst eigenartige Verhältnisse in der Beziehung der Zahnanlage zur Schmelzleiste einerseits und letzterer zum Mundhöhlenepithel andererseits.

Labial der Zahnanlage senkt sich ein mäßig breiter Strang des Mundhöhlenepithels labialwärts ziemlich tief in das Bindegewebe hinein. Sein freies Ende ist kappenförmig eingestülpt. Wir unterscheiden deutlich eine äußere cylindrische Epithelschicht, während im Innern mehr rundliche Zellen liegen. Das ganze Bild ist das einer rudimentären Zahnanlage. Von diesem Epithelstrang, nicht vom Mundhöhlenepithel geht nun auch hier die Schmelzleiste von Pd_2 aus, aber gleichfalls in eigentümlicher Weise. Sie verläuft ziemlich parallel dem Mundhöhlenepithel, und senkrecht zu ihr steht die glockenförmige Anlage. Wir sehen lingual 2 freie Enden der Schmelzleiste, einmal an der Stelle, wo die Zahnanlage ihr aufsitzt, dann etwas weiter oben am lingualen Rande des Schmelzorgans (Fig. 19).

3 Schnitte weiter hat sich der labiale Epithelstrang vom Mundhöhlenepithel abgeschnürt und liegt, eigenartig geformt, nahezu parallel demselben (Fig. 20). Auch seine Verbindung mit der Schmelzleiste von Pd_2 ist unterbrochen, so daß er frei im Bindegewebe liegt. Ein paar Schnitte weiter ist das freie Ende der Schmelzleiste an der Stelle, wo die Zahnanlage derselben senkrecht aufsaß, verschwunden, während das obere deutlicher hervorgetreten ist. Gleichzeitig ist auch der labiale Epithelstrang wieder mit dem Mundhöhlenepithel in Verbindung getreten an seinem freien Ende mit tiefer kappenförmiger Einstülpung. Stets ist deutlich zu bemerken, daß die Schmelzleiste von ihr aus, nicht vom Mundhöhlenepithel ihren Ursprung nimmt (Fig. 21a und b).

Wir haben also dieselben Verhältnisse wie bei Spermophilus citillus, nur treten sie hier besonders deutlich hervor. An der Schmelzkeimnatur des labialen Epithelzapfens ist nicht zu zweifeln, die kappenförmige Einstülpung ist zu bezeichnend. Auch die Deutung muß selbstverständlich dieselbe bleiben, es ist eine prälakteale Anlage, und von ihr aus entspringt die Schmelzleiste des Pd_2. In gleicher Weise sind hier 2 freie linguale Schmelzleistenenden vorhanden, einmal eines dicht am Schmelzorgan von Pd_2, dann ein zweites oberhalb und lingual von ersterem, das die Möglichkeit einer ferneren Dentition giebt.

Mit der Anlage von Pd_2 verschwindet auch der Epithelzapfen labial derselben. Nur eine mäßige Verdickung des Mundhöhlenepithels ist zurückgeblieben, und von hier aus nimmt die Schmelzleiste jetzt ihren Ursprung.

Im weiteren Verlaufe tritt an der labialen Seite der Schmelzleiste eine kleine knospenförmige Anschwellung derselben auf. Die Anschwellung vergrößert sich und stellt nach wenigen Schnitten einen kleinen Epithelsproß mit kolbig verdicktem Ende dar (Fig. 22). Der Epithelsproß nimmt mit jedem Schnitte zu und wird schließlich zu einem mit dünnen Halse labial von der Schmelzleiste entspringenden, sich nach seinem freien Ende zu verbreiternden Zapfen. Gleichzeitig ist oberhalb dieses Gebildes das Schmelzorgan von Pd_3 aufgetreten. Auf dem nächsten Schnitte sehen wir, wie das freie Ende des Zapfens mit demselben in Verbindung tritt, so daß nur zwischen der Schmelzleiste und dem derselben aufsitzenden Halse des Zapfens ein von Bindegewebe erfüllter Zwischenraum vorhanden ist (Fig. 23). 4 Schnitte weiter ist auch dieser verschwunden, und wir haben die einheitliche Anlage von Pd_3 vor uns. Der labiale Epithelsproß ist also mit dem Schmelzorgan von Pd_3 verschmolzen. Deutlichere Bilder für diesen Prozeß geben uns die entsprechenden Vorgänge im Unterkiefer, auf die wir später noch zurückkommen.

Pd_3 steht auf dem glockenförmigen Stadium und ist entsprechend dem späteren Größenunterschiede bedeutend größer als Pd_2. Lingual ist das freie Ende der Schmelzleiste schon etwas kolbig verdickt (Fig. 24).

Die Schmelzleiste entspringt direkt vom Mundhöhlenepithel, das nur mäßig verdickt ist.

Sobald aber die Anlage von M_1 sichtbar wird, sehen wir labial der Schmelzleiste auch hier einen kleinen Epithelsproß, von dem dieselbe ausgeht.

Sie übertrifft an Größe etwas die von Pd_3 und steht gleichfalls auf dem glockenförmigen Stadium. Es bereitet sich bereits eine Abschnürung vor, da dicht unter dem Mundhöhlenepithel die Schmelzleiste schon durchbrochen ist. Bemerkenswert ist, daß auch hier lingual ein freies Schmelzleistenende vorhanden ist, wenn auch nicht so ausgeprägt wie bei den Prämolaren (Fig. 25).

Die Anlage von M_2 ist bedeutend weniger differenziert, sie steht noch auf dem kappenförmigen Stadium. Die Schmelzpulpa beginnt sich eben zu differenzieren, ebenso fangen die Zellen des inneren Schmelzepithels an, sich zu hohen Cylinderzellen umzuformen, auch Bindegewebsfasern ordnen sich um die Anlage herum zum Zahnsäckchen an.

Für die Entstehung der Schmelzleiste gilt dasselbe wie für die früheren Anlagen, sie entsteht nicht direkt aus dem Mund-

höhlenepithel, sondern aus einer Einstülpung desselben (Fig. 26) Hinter dieser Anlage finden wir keine weiteren mehr. Doch setzt sich die Schmelzleiste noch eine so weite Strecke durch den Kiefer fort, daß wir in der Annahme nicht fehlgehen dürften, daß ihre Produktionsfähigkeit noch nicht erschöpft ist, sondern daß wir auf älteren Stadien noch eine weitere Anlage, die von M_3, finden würden. Schließlich wird sie kleiner; ihre Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel geht verloren; einige kleine Epithelreste im Bindegewebe sind die letzten Ueberbleibsel, bis auch diese spurlos verschwunden sind.

Unterkiefer.

Im vordersten Teile des Unterkiefers, in der Gegend der Symphyse, senkt sich der mur plongeant als breite kompakte Epithelmasse ins Bindegewebe hinein. Er umschließt unten den Meckelschen Knorpel vollständig in der Weise, daß nur ein schmaler Strang den Knorpel von unten her umgrenzt, während die kompakte Epithelmasse ein massives Dach bildet. Aus diesem Dache entwickeln sich die beiderseitigen Schmelzleisten. Im weiteren Verfolge der Schnitte vergrößert sich der Umfang dieser Epithelmasse; gleichzeitig verliert dieselbe aber bedeutend an Massigkeit, indem der innere Hohlraum immer größer wird.

Es ist auf diese Weise ein geschlossener Ring entstanden, dessen obere begrenzende Fläche vom Mundhöhlenepithel gebildet wird. Von hier aus senken sich die Schmelzleisten breit und divergierend ins Bindegewebe hinein.

In dem Epithelring liegt nahe seiner unteren Grenze der Meckel'sche Knorpel.

Ob die beiderseitigen Schmelzleisten in der Medianlinie sich vereinigen oder getrennt entspringen, konnte hier nicht festgestellt werden. Sehr bald tritt auch hier am freien Ende der Schmelzleiste das rudimentäre Zähnchen auf. Es liefert besonders deutliche Bilder (Fig. 27). Von Schmelzpulpa ist auch hier keine Rede, vielmehr stellt die Schmelzleiste noch immer eine breite kompakte Epithelmasse dar, aber an ihrem äußersten Ende, wo sie als dünner Strang das Zähnchen umschließt und von dem Bindegewebe trennt, sind noch deutlich 2 Zelllagen, ein äußeres und inneres Schmelzepithel, vorhanden. Das Zähnchen selbst, auf den ersten 2 Schnitten ein geschlossener Ring, ist jetzt nach unten geöffnet. Hier und im Lumen desselben sehen wir reichlich Bindegewebszellen liegen.

Kurz vor seinem Auftreten geht von der Schmelzleiste lingual ein ziemlich starker Zapfen aus, der deutlich kappenförmig eingestülpt ist (Fig. 28). Ein paar Schnitte weiter hat sich die Schmelzleiste dicht unter dem Mundhöhlenepithel bis auf einen dünnen Strang rückgebildet. Ihm sitzt die noch immer breite Epithelmasse auf, die aber jetzt ein zerklüftetes, zerrissenes Aussehen hat. Der Platz des Zähnchens ist leer, und der untere begrenzende Epithelstrang zerrissen, so daß jetzt Bindegewebe den Platz des letzteren ausfüllt. Im weiteren Verlaufe nimmt die Schmelzleiste wieder regelmäßigere Formen an, gleichzeitig senkt sie sich weiter in die Tiefe.

Labial von ihr geht vom Mundhöhlenepithel ein starker, in der einen Kieferhälfte deutlich kappenförmig eingestülpter Epithelzapfen aus. Von hier aus nimmt die Schmelzleiste jetzt ihren Ursprung.

Lingual liegt ihr freies Ende (Fig. 29 a und b).

Unterhalb dieses Zapfens erscheint dann ein neuer Sproß, der dann mit ersterem teilweise in Verbindung tritt.

Der obere labiale Zapfen verschwindet dann allmählich, während der untere konstant bleibt. Er stellt jetzt eine rundliche Epithelmasse dar, die vermittels eines dünnen Halses mit der Schmelzleiste verbunden ist.

Nach 6 Schnitten treffen wir auf den großen Nagezahn. Er hängt durch die jetzt lang ausgezogene, dünne Schmelzleiste mit dem Mundhöhlenepithel zusammen. Doch zeigt dieselbe dicht unter letzterem schon Spuren einer beginnenden Lostrennung. Die Anlage ist etwas weiter vorgeschritten als die entsprechende im Oberkiefer. Sie hat bereits geringe Mengen von Hartsubstanz abgeschieden.

Labialwärts von der Schmelzleiste liegt im Bindegewebe ein rundliches, tief dunkel gefärbtes Gebilde. Es ist ein Zähnchen, das mit seiner geschlossenen Spitze nach vorn liegt, während das hintere Ende einen offenen Ring darstellt. Auf seiner der Schmelzleiste zugewandten Seite wird es von einer Epithellage halbmondförmig umgeben, an der wir deutlich eine äußere und innere Zellschicht unterscheiden. Nach der Schmelzleiste zu sendet dieselbe einen wie abgebrochen aussehenden Fortsatz aus. Ihm gegenüber sehen wir an ersterer ebenfalls einen solchen. Zweifellos hat hier eine Verbindung bestanden (Fig. 30, Serie I).

Kurz, es ist dasselbe Gebilde, das wir ein paar Schnitte vorher mit der Schmelzleiste zusammenhängend antrafen, nur daß jetzt

die Stelle der Epithelmasse ein bereits vollständig verkalktes Zähnchen einnimmt und die Verbindung mit der Schmelzleiste unterbrochen ist.

Auch Spuren eines Zahnsäckchens sind noch deutlich wahrnehmbar.

Bedeutend unterhalb der Schmelzleiste des rudimentären Zähnchens geht von der Schmelzleiste des großen Nagezahns gleichfalls labialwärts noch ein nicht unbedeutender Epithelsproß, der an seinem Ende etwas verdickt ist, in die Tiefe (Fig. 31).

Lingualwärts sehen wir deutlich das freie Ende der Schmelzleiste etwas knospenförmig angeschwollen (Fig. 31, Ser. III, stärker vergrößert).

Nach einigen Schnitten ist das Zähnchen schon wieder verschwunden. Gleichzeitig wird auch die Schmelzleiste defekt, sie verliert den Zusammenhang zwischen Mundhöhlenepithel und Zahnanlage, und nach verhältnismäßig kurzer Zeit ist sie vollständig verschwunden, ohne daß auch nur eine geringe Einsenkung des Mundhöhlenepithels zu sehen ist. Die Zahnanlage selbst ist entsprechend der bedeutenden Länge des Nagezahns noch eine weite Strecke sichtbar.

In der Lücke zwischen dem großen Nagezahn und den Backzähnen ist trotz der genauesten Untersuchung auch nicht die geringste Spur irgend einer Zahnanlage oder auch nur der Schmelzleiste wahrzunehmen. Sämtliche 3 Serien ergeben in dieser Hinsicht vollkommen gleiche Resultate.

Was nun die Homologisierung der bisherigen Zahnanlagen des Unterkiefers anbetrifft, so ist über die des großen Nagezahns kein Zweifel möglich. Auch hier ist ein rudimentärer I_1 vorhanden, er liegt im Unterkiefer etwas weiter vor dem I_2 (dem großen Nagezahn), so daß beide vollkommen getrennt auftreten.

Lingual von I_1 geht ein kappenförmig eingestülpter Epithelsproß aus, der die Anlage eines Ersatzzahns darstellt und so I_1 als zur ersten Dentition gehörig dokumentiert.

Hierdurch allein ist es schon unmöglich gemacht, denselben als einen Vorgänger des großen Nagezahns anzusprechen.

Schwieriger zu deuten sind die Verhältnisse bei letzterem.

Hier finden wir einmal einen kappenförmig eingestülpten Epithelzapfen des Mundhöhlenepithels labialwärts von der Schmelzleiste. Unterhalb und etwas hinter diesem taucht dann eine neue labiale Aussprossung der Schmelzleiste auf, die ein bereits verkalktes Zähnchen in sich schließt.

Wir finden hier interessanterweise 4 Zahngenerationen in verhältnismäßig guter Ausbildung vereinigt. Der labiale kappenförmig eingestülpte Epithelzapfen dürfte eine prälakteale Anlage vorstellen, während das bereits verkalkte Zähnchen der Vorgänger des großen Nagezahns ist. Lingual des letzteren sehen wir dann noch ein deutliches freies Schmelzleistenende, womit die Möglichkeit einer dritten Dentition gegeben ist.

Gänzlich räthselhaft ist der unterhalb des Id_2 von der Schmelzleiste abgehende Epithelsproß. Er ist konstant auf allen 3 Serien mehr oder weniger deutlich vorhanden, ganz ohne Bedeutung scheint er mir also nicht zu sein. Bemerkenswert ist, wie schon oben erwähnt, das vollständige Fehlen eines Id_2 im Oberkiefer. Dagegen ist im Unterkiefer weder eine Spur eines I_3 zu finden, noch ist die Schmelzleiste in der Lücke verfolgbar.

Die erste Spur der Schmelzleiste im Bereiche der Backzähne tritt mit der Anlage von Pd_2 des Oberkiefers auf. Unter dem Mundhöhlenepithel zeigen sich einige kleine Epithelreste. Sie fließen schließlich zu einem größeren Ballen zusammen. Einige Schnitte dahinter sehen wir folgendes Bild:

Von diesem Epithelballen geht, verbunden durch eine dünne Schmelzleiste, eine kleine Zahnanlage aus. Im ersten Augenblicke macht dieselbe einen noch entwickelungsfähigen Eindruck, doch überzeugt man sich bald, daß sie in Rückbildung begriffen ist. Die bindegewebige Papille ist vollständig vom Epithel umwachsen. Inneres und äußeres Schmelzepithel ist zwar deutlich unterscheidbar, doch wird beides von durchaus gleichartigen Zellen gebildet. Eine Schmelzpulpa fehlt vollständig. Der ganze Raum zwischen äußerem und innerem Schmelzepithel wird von reichlichen, dicht gedrängt stehenden Zellen ausgefüllt. Dagegen ist ein Zahnsäckchen deutlich vorhanden (Fig. 32). Mit dem Mundhöhlenepithel steht die Anlage nicht in Verbindung.

Augenscheinlich stellt sie einen nicht mehr zur Ausbildung gelangenden Pd_2 vor.

Die Epithelmasse, von der aus die Schmelzleiste ihren Ursprung nimmt, scheint mir identisch zu sein mit der prälaktealen Anlage labialwärts von Pd_2 des Oberkiefers. Auch dieser entsteht ja aus ihr und nicht direkt vom Mundhöhlenepithel, nur hat dieselbe sich hier von letzterem abgeschnürt. Auch ein linguales freies Schmelzleistenende ist deutlich vorhanden. Nach wenigen Schnitten ist die Anlage verschwunden. Die Schmelzleiste wird stärker, steht aber nicht in Verbindung mit dem Mundhöhlen-

epithel. Dagegen entsteht an ihrer labialen Seite eine kleine Knospe, die mit jedem folgenden Schnitte größer wird. Gleichzeitig wird in einiger Entfernung darunter das Schmelzorgan von Pd_3 sichtbar, vorläufig ohne Zusammenhang mit der Schmelzleiste (Fig. 33).

Die kleine Knospe ist mittlerweile größer und zu einem am Ende kolbig verdickten Epithelsproß geworden. Wir unterscheiden deutlich ein seine äußere Lage bildendes Cylinderepithel, während im Inneren mehr indifferente Zellen liegen (Fig. 34).

Gleichzeitig ist oberhalb derselben eine neue Epithelknospe auf der labialen Seite der Schmelzleiste entstanden, die also wieder labial zur ersten liegt. Auch sie läßt deutlich ein peripheres Cylinderepithel erkennen. Pd_3 ist deutlicher geworden und beginnt mit der Schmelzleiste eine Strecke unterhalb des Ursprungs des Sprosses in Verbindung zu treten, während die Knospe oberhalb des Sprosses verschwunden ist.

Auf dem nächsten Schnitte ist eine Verbindung von letzterem mit dem Schmelzorgan beinahe hergestellt. Nach zwei weiteren Schnitten ist sie vollständig.

Die Anlage von Pd_3 steht also jetzt zwiefach mit der Schmelzleiste in Verbindung, einmal auf dem gewöhnlichen Wege, dann durch den mit jedem Schnitte größer gewordenen Epithelsproß. Derselbe sitzt jetzt mit dünnem Halse der Schmelzleiste auf, verbreitert sich aber nach seinem Ende. Wir unterscheiden vollkommen deutlich auf beiden Seiten die äußeren peripheren Cylinderzellen, die sich auch durch dunklere Färbung auszeichnen. Im Innern liegen schwächer gefärbte, rundliche Zellen, die dann ihrerseits wieder dunkler gefärbte Zellen umgeben (Fig. 35a und b).

Hervorheben will ich noch, daß die Cylinderzellen der lingualen Seite besonders hoch sind, ganz wie es als Regel für den normalen Schmelzkeim gilt.

Nur zwischen diesem Gebilde, das, wie erwähnt, mit dem Schmelzorgan von Pd_3 schon in Verbindung getreten ist, und der gewöhnlichen Verbindung des letzteren mit der Schmelzleiste ist noch ein mit Bindegewebe erfüllter Zwischenraum vorhanden. 6 Schnitte weiter ist derselbe verschwunden. Auch hier ist also ebenso wie im Oberkiefer ein labialer Sproß der Schmelzleiste mit der lingual von ihm sich entwickelnden Zahnanlage verschmolzen und zwar in der Weise, daß ersterer die labiale Wand des Schmelzorgans bildet.

Wir haben es hier gleichfalls mit den Resten einer prälaktealen

Dentition zu thun. Daß der Sproß ein selbständiges Gebilde, nicht etwa ein einfach abgetrenntes Stück des Schmelzorgans von Pd_3 vorstellt, das zeigt uns schon das auf beiden Seiten vorhandene Cylinderepithel. Ja dasselbe ist, wie schon oben erwähnt, gerade auf der lingualen Seite, die doch dann der Trennungslinie entsprechen würde, mit besonders hohen Cylinderzellen versehen, während andererseits auch die ihm gegenüberliegende Seite des Schmelzorgans die charakteristischen Zellen des äußeren Schmelzepithels zeigt.

Im weiteren Verlaufe vereinigt sich nun diese prälakteale Anlage vollkommen mit derjenigen von Pd_3 und zwar in der Weise, daß erstere die labiale Wand des Schmelzorgans von Pd_3 bildet. Hat nun aber hier eine Verschmelzung der prälaktealen und laktealen Anlage stattgefunden, und ist unsere Annahme richtig, daß der labiale, sich selbständig aus der Schmelzleiste von Pd_3 entwickelnde Sproß identisch ist mit der bei Pd_2 des Oberkiefers vorhandenen prälaktealen Anlage, die labial direkt aus dem Mundhöhlenepithel entspringt und selbständig verbleibt, so dürfen wir bei Pd_3 keine oder nur sehr geringe Reste direkt aus dem Mundhöhlenepithel entspringender labialer Epitheleinstülpungen finden. Und in der That finden wir bei Pd_3 des Oberkiefers keine derartigen Gebilde, bei Pd_3 des Unterkiefers ganz geringe Spuren, die aber ebenso ihre Entstehung der schon im Gange befindlichen Abschnürung verdanken können.

Jetzt finden auch die vorher bei Spermophilus citillus beobachteten Vorgänge ihre Erklärung. Auch dort sehen wir labiale Epithelsprossen sich mit am Aufbau des Schmelzorgans von Pd_3 beteiligten, ja es konnte etwas Aehnliches auch bei M_1 beobachtet werden, und wir werden kaum fehlgehen, wenn wir annehmen, daß auch hier ähnliche Prozesse sich abgespielt haben, wie wir sie soeben bei Spermophilus leptodactylus beschrieben haben.

Es hat hier also zweifellos eine Verschmelzung zweier verschiedener Dentitionen, in diesem Falle der prälaktealen mit der ersten stattgefunden, und ich möchte gleich an dieser Stelle darauf aufmerksam machen, wie auch die Verhältnisse des ausgebildeten Gebisses der Sciuromorphen — denn wir finden dieselben Vorgänge auch bei den später zu untersuchenden Sciuriden — den soeben beobachteten Thatsachen vollkommen entsprechen. Wir sehen, daß bei Pd_2 die prälakteale Anlage nicht mit der folgenden Dentition, verschmilzt und auch der 1. Backzahn des fertigen Gebisses bleibt im Oberkiefer klein-

und stiftförmig; im Unterkiefer wird er zwar noch angelegt, gelangt aber nicht zur vollen Entwickelung, während Pd_3, bei dem wir die Verschmelzung konstatierten, kräftig entwickelt ist. —

Wir kehren nun zur Durchmusterung unserer Schnittserie zurück.

Pd_3 selbst steht auf dem glockenförmigen Stadium. Die Schmelzleiste beginnt sich bereits vom Mundhöhlenepithel abzuschnüren. Letzteres bildet stellenweise labialwärts zu ersterer eine kleine Einsenkung.

Lingual ist das freie Schmelzleistenende schon kolbenartig verdickt.

Gleichzeitig mit M_1 in Oberkiefer erscheint derselbe auch hier (Fig. 36).

Er steht gleichfalls auf dem glockenförmigen Stadium. Die Schmelzleiste hat sich vom Mundhöhlenepithel bereits abgeschnürt. Lingual ist kein freies Schmelzleistenende vorhanden, nur eine Hervorbuchtung der lingualen Wand der Schmelzglocke mit besonders gut entwickeltem Schmelzepithel.

M_2 ist bedeutend weiter zurück als M_1. Er steht auf dem kappenförmigen Stadium und ist noch vollständig in Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel. Doch nicht direkt; er geht deutlich von einer zapfenförmigen, labial zur Anlage gelegenen Einsenkung desselben aus (Fig. 37). Labial dieses Zapfens verläuft dann als beinahe gleich starke Einsenkung die Lippenfurchenleiste.

Auch im Unterkiefer ist nach M_2 keine weitere Anlage mehr vorhanden, doch setzt sich auch hier die Schmelzleiste noch ein beträchtliches Stück weiter fort, ja sie ist an einer Stelle an ihrem Ende stark kolbenförmig verdickt, der beginnenden Anlage von M_3.

Bald darauf verliert sie den Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel und ist nach einigen Schnitten vollständig verschwunden.

Zusammenfassung.

Auch hier ist ein rudimentärer I_1 sowohl im Ober- wie im Unterkiefer vorhanden.

Im Oberkiefer findet sich noch die rudimentäre Anlage eines I_3.

Eine Eckzahnanlage fehlt hier, dagegen wurden Reste eines Prämolaren beobachtet, die als Pd_1 zu bezeichnen sind.

Labial von Pd_2 im Oberkiefer fand sich eine verhältnismäßig gut entwickelte prälakteale Anlage. Dieselbe ist auch bei Pd_3 im

Ober- wie im Unterkiefer vorhanden, verschmilzt hier aber mit demselben.

Im Unterkiefer ist labial des großen Nagezahns eine prälakteale Anlage, sowie ein bereits verkalkter Vorgänger erster Dentition vorhanden; ferner die gut entwickelte rudimentäre Anlage eines Pd_2.

In der Lücke ist die Schmelzleiste im Oberkiefer stets zu verfolgen, im Unterkiefer fehlt sie.

Von Sciuriden stand mir folgendes Material zur Verfügung:

Herr Professor KÜKENTHAL überließ mir gütigst 2 von CHARLES HOSE in Borneo gesammelte Embryonen, einen kleineren Sciurus Prevosti mit einer Kopflänge von 1 cm und einem größeren Sciurus Brookei mit einer Kopflänge von 1,5 cm; außerdem beschaffte ich mir noch ein ca. 3—4 Wochen altes Exemplar von Sc. vulgaris; einen älteren Embryo derselben Art gelang es mir leider nicht zu erhalten.

Entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen der Bezahnung wurden zum letzten Male von FREUND ausgeführt. Er entdeckte im Ober- und Unterkiefer je ein rudimentäres Zähnchen, die er als Vorgänger der großen Nagezähne ansprach. Außerdem fand er noch zwei dicht hintereinander liegende Schmelzkeime neben den STENSON'schen Gängen, von denen er den vorderen für einen I_3, den hinteren für eine Eckzahnanlage hielt. Die Gegend der Backzähne zog er gar nicht in den Bereich seiner Untersuchungen.

Inwiefern nun meine Resultate mit den von FREUND gewonnenen übereinstimmen resp. von ihnen abweichen, will ich am Schlusse meiner Untersuchungen erörtern. Ich gehe nun zur Durchmusterung der Schnittserien über.

Sciurus Prevosti.

Embryo. Kopflänge 1,0 cm.

Oberkiefer.

Die Schmelzleisten scheinen sich in der Medianlinie nicht zu vereinigen. Als breite, kompakte Epithelmassen senken sie sich in das Bindegewebe hinein. Gleich im Anfang treffen wir auf eine rudimentäre Zahnanlage. Sie steht auf dem glockenförmigen Stadium und ist in vollkommener Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel. Inneres und äußeres Schmelzepithel ist vorhanden, vor allem ist ersteres in Anbetracht der Reduktion verhältnismäßig

stark differenziert. Es hat bereits eine dünne Schmelzlage abgeschieden, ebenso ist schon Dentin gebildet. In Gestalt eines halben Ringes liegt es dem inneren Schmelzepithel an. Von unten her dringen reichlich Bindegewebszellen herein.

Der Innenschicht des Dentins liegen deutlich cylindrische Odontoplasten an. Eine Schmelzpulpa ist nicht vorhanden. Nach wenigen Schnitten ist das Zähnchen verschwunden (Fig. 38).

Bald darauf treffen wir auf einen weiteren Schmelzkeim. Er steht auf dem kappenförmigen Stadium. Inneres und äußeres Schmelzepithel ist noch nicht differenziert. Nur eine ein klein wenig intensivere Färbung der peripheren Zellen der Innenseite der Kappe zeigen die beginnende Differenzierung an. Eine Schmelzpulpa ist noch nicht vorhanden. Bindegewebsfibrillen haben sich zum Zahnsäckchen angeordnet. Lingual ist ein freies Schmelzleistenende nicht zu bemerken (Fig. 39). Hinter dieser Anlage verschwindet die Schmelzleiste bis auf eine ganz minimale Verdickung des Mundhöhlenepithels. Erst kurz vor der Einmündung der Stenson'schen Gänge wird sie wieder deutlich, und auf dem Schnitte, auf dem dieselben in die Mundhöhle einmünden, sehen wir seitlich von ihnen eine fernere Anlage liegen. Sie ist etwas eigentümlich gelagert, da das Ende der Schmelzleiste sich nach außen umgebogen hat, so daß der Schmelzkeim zwischen ihr und dem Mundhöhlenepithel zu liegen kommt (Fig. 40). Sie ist auf dem glockenförmigen Stadium. Inneres und äußeres Schmelzepithel ist ausgebildet. Eine Schmelzpulpa fehlt, ein Zahnsäckchen ist vorhanden. Lingual ist ein freies Schmelzleistenende sichtbar. Die Schmelzleiste steht vollkommen mit dem Mundhöhlenepithel in Verbindung. Dagegen scheint es, als wenn der Zusammenhang des Schmelzkeims mit der Schmelzleiste sich zu lösen beginnt. Im ganzen gewinnen wir den Eindruck, als wenn wir eine vollkommen normal entwickelte, wenn auch etwas kleine Anlage vor uns haben, die auch noch weiter entwickelungsfähig ist, ein Eindruck, den die Befunde bei älteren Stadien auch bestätigen. Die Anlage verschwindet nach wenigen Schnitten und mit ihr auch die Schmelzleiste.

15 Schnitte dahinter beginnt sie wieder sichtbar zu werden. Nach weiteren 9 Schnitten treffen wir auf einen ferneren deutlichen Schmelzkeim. Er ist im Beginn, sich kappenförmig einzustülpen, auch die Anlage eines Zahnsäckchens ist vorhanden (Fig. 41).

Im weiteren Verlaufe der Schnittserie bleibt die Schmelzleiste stets deutlich sichtbar, ja sie ist einmal sogar deutlich kolbig verdickt (Fig. 42).

Wir hatten also bisher im wesentlichen dieselben Befunde wie bei Spermophilus. Auch hier trafen wir im Beginn auf eine rudimentäre Zahnanlage, in der bereits Hartgebilde gebildet.

Die nächste Anlage treffen wir vollkommen getrennt von der ersteren. Außerdem liegt das rudimentäre Zähnchen bedeutend vor und näher der Medianlinie als die zweite Anlage. Sie entstehen vollkommen unabhängig voneinander, auch hier hängt jede durch eine eigene Schmelzleiste mit dem Mundhöhlenepithel zusammen, so daß die Annahme, daß wir das Zähnchen etwa als einen Milchzahn für die hinter ihm sich entwickelnde Anlage des großen Nagezahns zu betrachten haben, auch hier vollkommen ausgeschlossen ist. Es ist also auch bei Sciurus das rudimentäre Zähnchen, wie es ja nach den Befunden bei Spermophilus auch zu erwarten war, gleichfalls einem I_1 homolog. Bestätigt wird unsere Annahme gleichfalls durch Befunde im Unterkiefer älterer Stadien, in denen wir außerdem noch ebenso wie bei Spermophilus einen Vorgänger des großen Nagezahns vorfinden. Die nächste Anlage neben der Einmündung der STENSON'schen Gänge in die Mundhöhle ist die des I_3. Die kleine, wenn auch vollkommen normal entwickelte Anlage schien sogar noch weiter entwickelungsfähig zu sein. Inwieweit dieses zutrifft, werden wir auf älteren Stadien zu beobachten Gelegenheit haben.

24 Schnitte hinter I_3, nachdem die Schmelzleiste eine Zeit lang vollkommen verschwunden ist, treffen wir dann auf einen ferneren Schmelzkeim, der zweifellos eine Eckzahnanlage vorstellt. In der Lücke ist die Schmelzleiste während ihres ganzen Verlaufes deutlich verfolgbar. Ob die erwähnte knopfartige Anschwellung derselben vielleicht die Anlage eines 1. Prämolaren darstellt, lasse ich dahingestellt. Die Anlage des kleinen, stiftförmigen Pd_2 steht im Beginn des kappenförmigen Stadiums (Fig. 43).

Pd_3 steht im Beginn des glockenförmigen Stadiums. Ein freies Schmelzleistenende ist nicht vorhanden (Fig. 44). M_1 ist in der Entwickelung noch zurück; er hat das kappenförmige Stadium noch nicht erreicht (Fig. 45).

M_2 und M_3 sind noch nicht angelegt. Die Schmelzleiste ist noch eine Strecke weit, stets mit dem Mundhöhlenepithel in Verbindung, als starker Epithelzapfen zu verfolgen.

Unterkiefer.

Im Unterkiefer finden wir zuerst wieder jene, als mur plongean beschriebene Epithelmasse, die den MECKEL'schen Knorpel ringförmig umfaßt. Aus dem Winkel, den der ins Bindegewebe sich hinabsenkende Teil mit dem Mundhöhlenepithel bildet, entspringen die beiderseitigen Schmelzleisten, die sich auch hier nicht zu vereinigen scheinen. Beinahe gleichzeitig mit dem ersten Auftreten derselben sehen wir einen beinahe kreisförmigen Dentinring am unteren freien Ende der Schmelzleiste. Er ist nach unten geöffnet. Durch die Oeffnung treten Bindegewebszellen in sein Lumen. Der Dentinring ist nicht völlig vom Epithel umgeben, vielmehr scheint die Schmelzleiste, die an und für sich ein zerrissenes und zerklüftetes Aussehen hat, an ihrem unteren Teile der Auflösung nahe zu sein. Lingual sehen wir eine deutliche Hervorbuchtung, die stellenweise direkt Knospenform hat und somit als das freie Ende der Schmelzleiste zu deuten ist (Fig. 46).

Auch im Unterkiefer ist also ein rudimentärer I_1 vorhanden.

Auf den nächsten Schnitten verschwindet das Zähnchen, die Schmelzleiste nimmt regelmäßigere Form an, und nach wenigen Schnitten treffen wir auf den kappenförmigen Schmelzkeim des großen Nagezahns. Inneres und äußeres Schmelzepithel ist bereits differenziert. Lingual ist ein deutliches freies Schmelzleistende vorhanden (Fig. 47).

Gleich hinter dieser Anlage sehen wir am oberen Teile der Schmelzleiste labial ein kleines, kolbig verdicktes Epithelknöspchen ausgehen, um das herum Bindegewebsfibrillen sich nach Art eines Zahnsäckchens anzuordnen scheinen. Es ist die Anlage eines rudimentären Vorgängers des großen Nagezahns (Fig. 48). Aeltere Stadien geben uns hierfür deutliche Beweise.

Bald darauf ist die Schmelzleiste verschwunden, und während der ganzen Lücke zwischen Schneide- und Backzähnen ist keine Spur von ihr wahrzunehmen. Erst im Bereiche der letzteren fängt sie wieder an, sichtbar zu werden. Bald nach dem ersten Wiedererscheinen der Schmelzleiste, kurz vor Pd_2 des Oberkiefers, schwillt sie stark kolbig an, ja es scheint sogar, als wenn sie im Begriff ist, sich kappenförmig einzustülpen. Inneres und äußeres Schmelzepithel ist schon gut differenziert (Fig. 49). Es ist der nicht mehr zur Funktion gelangende Pd_2, den wir im Oberkiefer noch als kleinen Stiftzahn vorfinden, jedoch hat er in diesem Stadium den Höhepunkt seiner Entwickelung noch nicht erreicht.

Auch die übrigen Backzähne stehen auf derselben Entwickelungsstufe, wie die entsprechenden des Oberkiefers.

Pd_3 steht im Beginn des glockenförmigen Stadiums (Fig. 50).

M_1 ist stark knospenförmig angeschwollen (Fig. 51).

M_2 und M_3 sind noch nicht angelegt. Die Schmelzleiste setzt sich noch eine weite Strecke fort.

Zusammenfassung.

Oberkiefer: Vor dem großen Nagezahn ist ein bereits verkalkter I_1 vorhanden. Der große Nagezahn entspricht also gleichfalls dem I_2 der anderen Säuger.

Hinter dem großen Nagezahn liegt seitlich der Stenson'schen Gänge die Anlage eines rudimentären, hier noch nicht verkalkten I_3.

24 Schnitte hinter I_3 treffen wir auf eine Anlage im Beginn des kappenförmigen Stadiums, die wir einem Eckzahn homolog erachten. In der Lücke ist die Schmelzleiste stets vorhanden. Spuren eines P_1 wurden nicht gefunden. Die übrigen Backzahnanlagen sind in normaler Weise angelegt.

Unterkiefer: Auch hier ist ein rudimentärer bereits verkalkter I_1 vorhanden. Lingual ist ein freies Ende der Schmelzleiste.

Etwas hinter der Anlage des großen Nagezahns geht labial von seiner Schmelzleiste eine kleine Epithelknospe aus, die als rudimentäre Anlage eines Vorgängers desselben aufzufassen ist.

In der Lücke konnte die Schmelzleiste nicht aufgefunden werden.

Vor Pd_3 liegt noch eine rudimentäre Anlage eines Pd_2.

Sciurus Brookei.

Embryo. Kopflänge 1,5 cm.

Oberkiefer.

Die beiderseitigen Schmelzleisten treffen in der Medianlinie nicht zusammen. Gleichzeitig mit ihrem ersten Auftreten bemerken wir an ihrem Ende den rudimentären I_1.

Die Schmelzleiste stellt einen dünnen Epithelstrang dar und ist mit dem Mundhöhlenepithel vollkommen in Verbindung. Nach ihrem Ende zu verbreitert sie sich und umgiebt einen dünnen Dentinring mit weitem Lumen. Der Dentinring ist vollkommen geschlossen. — An seiner dem inneren Schmelzepithel, das verhältnis-

mäßig gut entwickelt ist, zugekehrten Seite, liegt ihm ein ganz dünner Schmelzüberzug auf. In dem weiten Lumen liegen augenscheinlich in Auflösung begriffene Bindegewebszellen. Eine Schmelzpulpa ist nicht vorhanden (Fig. 52).

Das Zähnchen macht einen entschieden entwickelteren Eindruck als auf dem vorigen Stadium. Leider stand mir kein älterer Embryo zur Verfügung, so daß ich nicht zu entscheiden vermag, ob der Höhepunkt der Entwickelung erreicht ist und jetzt die Reduktion eintritt. Beim jungen, ca. 4 Wochen alten Tiere ist jedenfalls keine Spur mehr vorhanden. Nach wenigen Schnitten ist der rudimentäre I_1 verschwunden, während die Schmelzleiste noch persistiert. Ihr Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel ist aber dicht unter demselben verloren gegangen.

Bald darauf treffen wir auf die Anlage des großen Nagezahns. Die Schmelzleiste ist beinahe vollständig verschwunden. Nur dicht über dem Mundhöhlenepithel liegen von ihr noch kleinere Reste. Die Anlage steht im Begriffe, Hartgebilde abzuscheiden. Die Schmelzpulpa ist gut ausgebildet. Lingual ist ein freies Schmelzleistenende deutlich vorhanden. Die Anlage bleibt noch einige Zeit sichtbar, während die Schmelzleiste vollständig verschwunden zu sein scheint, doch sind meine Bilder in dieser Beziehung nicht so ganz klar, da sich gerade an dieser Stelle das Epithel ein wenig vom Bindegewebe abgehoben hat. Es ist daher anzunehmen, daß dieselbe bei vollständig intakten Präparaten auch hier zu verfolgen sein wird. Erst in der Gegend der Stenson-schen Gänge wird sie wieder sichtbar, und seitlich der Einmündung derselben in die Mundhöhle finden wir eine weitere Anlage, die von I_3. Wir sehen die Schmelzleiste frei endigen. Lingual ohne Zusammenhang mit ihr liegt die Anlage. Eine Schmelzpulpa ist nicht vorhanden, aber wir unterscheiden deutlich ein äußeres und ein gut ausgebildetes inneres Schmelzepithel. Das äußere Schmelzepithel umgiebt die Anlage vollständig.

Dem inneren liegt ein nach unten offener, mit einem dünnen Schmelzüberzug versehener Dentinring an. Unsere Annahme, die wir bei Durchsicht des vorigen Stadiums aussprachen, daß die entsprechende Anlage desselben noch weiter entwickelungsfähig sei, war also richtig. Im Lumen des Dentinringes liegen Bindegewebszellen. Ein Zahnsäckchen umgiebt das Ganze (Fig. 53).

Die Anlage hat sich, wie schon oben bemerkt, von der Schmelzleiste emancipiert. Letztere zeigt deutlich ein kolbig verdicktes Ende. Ich möchte hier gleich bemerken, daß es mir nicht ganz

unmöglich erscheint, daß es noch zur Bildung einer Ersatzzahnanlage kommt, eine Annahme, für die die von FREUND gemachten, noch später zu erörternden Befunde sprechen.

I_3 ist nur während 4 Schnitte (à 15 μ) sichtbar. Dann ist er verschwunden. Von der Schmelzleiste selbst liegen ganz geringe Reste dicht über dem Mundhöhlenepithel.

28 Schnitte (à 15 μ) hinter dem Zähnchen treffen wir dann auf eine Bildung, die wir zweifellos als einen, wenn auch zwar sehr winzigen, Schmelzkeim betrachten müssen. Dafür spricht ganz deutlich die kappenförmige Einstülpung und die eigenartige Anordnung der Bindegewebszellen. Die Anlage ist wohl sicher mit der Eckzahnanlage des vorigen Stadiums identisch (Fig. 54).

Nur ist der dort noch gut entwickelte Schmelzkeim hier zu einem überaus winzigen Gebilde reduziert, und auf älteren embryonalen Stadien würde wohl jede Spur desselben verschwunden sein. In der Lücke ist die Schmelzleiste stets zu verfolgen.

Etwaige Spuren eines P_1 wurden nicht gefunden. Pd_2 steht auf dem glockenförmigen Stadium. Labial der Anlage sehen wir wieder einen vom Mundhöhlenepithel ausgehenden, sich ins Bindegewebe hineinsenkenden Zapfen, den wir ebenso wie bei Spermophilus für eine prälakteale Anlage halten. Aus ihr entspringt dann die Schmelzleiste von Pd_2. Die Anlage ist entsprechend der Größe des ausgebildeten Zahnes klein (Fig. 55). Auch hier sind 2 freie Schmelzleistenenden vorhanden, einmal an der Stelle, wo die Schmelzglocke beinahe rechtwinklig der Schmelzleiste aufsitzt, dann etwas weiter oben am Rande der Schmelzpulpa. Da letzteres zweifellos die Anlage für den Ersatzzahn in sich schließt, so kann ersteres, da es wieder lingual davon liegt, nur die Voraussetzung für eine fernere Dentition geben.

Die Anlage von Pd_2 ist nur kurze Zeit sichtbar. Gleich dahinter senkt sich der erwähnte labiale Zapfen tiefer ins Bindegewebe hinein, und einige Schnitte weiter ist er deutlich kappenförmig eingestülpt. Hierdurch ist seine Schmelzkeimnatur außer Frage gestellt, und da die vorhandenen Anlagen zur ersten Dentition gehören, so kann die labiale Anlage eben nur der prälaktealen Dentition angehören (Fig. 56).

Wir sehen auch, daß die Schmelzleiste der folgenden Dentition aus dieser prälaktealen Anlage hervorgeht. Die prälakteale Anlage selbst ist nur wenige Schnitte sichtbar, ein labialer Zapfen der Mundhöhlenschleimhaut ist jedoch noch so lange zu verfolgen, bis Pd_3 erscheint.

Pd_3 steht auf dem glockenförmigen Stadium. Die Schmelzglocke beginnt sich bereits von der Schmelzleiste abzuschnüren und steht nur durch einen ganz dünnen Strang mit derselben in Verbindung (Fig. 57).

Es ist hier labial nichts vorhanden, was als Rest einer prälaktealen Anlage gedeutet werden konnte. Auch die Schmelzleiste entspringt direkt aus dem Mundhöhlenepithel.

Lingual ist das freie Schmelzleistenende schon etwas kolbig verdickt.

Pd_3 ist bedeutend größer als Pd_2.

M_1 steht gleichfalls auf dem glockenförmigen Stadium, ist jedoch nicht ganz so weit entwickelt wie Pd_3. Lingual ist das Ende der Schmelzleiste sichtbar. Jedoch ist nur die äußerste Spitze deutlich abgesetzt, im übrigen liegt es dem Schmelzkeim dicht an (Fig. 58).

M_2 und M_3 sind noch nicht angelegt. Die Schmelzleiste ist noch eine weite Strecke über M_1 hinaus verfolgbar.

Unterkiefer.

Im Unterkiefer entspringen die beiderseitigen Schmelzleisten gleichfalls getrennt von dem schon mehrfach erwähnten mur plongeant. Zugleich mit ihrem Auftreten treffen wir auch auf den rudimentären I_1 (Fig. 59). Er stellt auch hier einen Ring dar und scheint geschlossen zu sein. In dem Lumen liegen in Auflösung begriffene Pulpazellen, doch sind noch einige cylindrische Odontoplasten deutlich zu erkennen.

Das rudimentäre Zähnchen hängt durch eine dünne Schmelzleiste, die es vollständig umgiebt, mit dem Mundhöhlenepithel zusammen. Aeußeres und inneres Schmelzepithel ist gut zu unterscheiden, vor allem ist letzteres besonders differenziert.

Die Schmelzleiste reicht verhältnismäßig weit herunter, so daß das Ende der Anlage beinahe bis zur Mitte des Meckel'schen Knorpels hinabgeht.

Das Zähnchen ist, wie schon erwähnt, in voller Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel. Gleich nachdem dasselbe verschwunden, nimmt die Schmelzleiste wieder ein zerrissenes Aussehen an, die Verbindung wird durchbrochen. Die gleichzeitig erscheinende Anlage des großen Nagezahns ist augenscheinlich in Begriff, sich von ihr abzuschnüren.

Sie hat schon Hartgebilde abgeschieden; eine mäßig große Schmelzpulpa ist vorhanden, lingual sehen wir ein freies Schmelzleistenende.

Mittlerweile ist die Schmelzleiste verschwunden. Nur ein kleiner Rest bleibt dicht unter dem Mundhöhlenepithel erhalten, ja er vergrößert sich noch etwas auf den nächsten Schnitten in labialer Richtung. Dann sehen wir labial von diesem Epithelrest ein kleines rudimentäres Zähnchen liegen in Gestalt eines kleinen Dentinringes (Fig. 60).

Er ist nach unten geöffnet. In seinem Lumen liegen einige Bindegewebszellen.

An seinen nach oben gewandten Rand angrenzend, liegen noch deutlich hohe cylindrische Zellen des inneren Schmelzepithels. Auch das äußere Schmelzepithel ist noch erkennbar.

Ein Zahnsäckchen umgiebt das ganze Gebilde. Vergegenwärtigen wir uns nun noch einmal kurz die bei Spermophilus leptodactylus gemachten Befunde. Dort war der große Nagezahn noch in voller Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel, und von seiner Schmelzleiste ging der Schmelzkeim des rudimentären Zähnchens aus, so daß ein Zweifel an seiner Zugehörigkeit zur ersten Dentition nicht aufkommen konnte.

Auf dem vorigen Stadium von Sciurus Prevosti sehen wir dann labial von der Schmelzleiste kurz hinter der kappenförmigen Anlage des großen Nagezahns eine kleine Epithelknospe entstehen, um die sich schon Bindegewebszellen zahnsäckchenartig anzuordnen scheinen. Auch hier bei Sc. Brookei liegt das rudimentäre Zähnchen labial zu der Anlage des großen Nagezahns. Der eigenthümliche Epithelrest wird theils von der Schmelzleiste des letzteren stammen, teils ist er ein Rest der Verbindung des Zähnchens mit der Schmelzleiste. Kurz es ist auch hier ein zur ersten Dentition gehöriger Vorgänger des großen Nagezahns.

Die Schmelzleiste verschwindet nun vollständig. Es war selbstverständlich, daß ich gerade der Lücke besondere Aufmerksamkeit schenkte, wenn auch die bisherigen Befunde stets rein negativ gewesen waren.

Interessanterweise erhielt ich nun hier ein anderes Resultat. 75 Schnitte hinter dem großen Nagezahn sendet das Mundhöhlenepithel einen schwachen Zapfen ins Bindegewebe hinein. Dieser Zapfen wird auf dem nächsten Schnitt stärker, und 2 Schnitte dahinter haben wir folgendes Bild:

Das Mundhöhlenepithel springt breit-zapfenförmig ins Binde-

gewebe vor. Von diesem breiten Zapfen ausgehend, in lockerer Verbindung mit ihm stehend, senkt sich ein an seinem Ende kolbig verdickter Epithelstrang ins Mesoderm (Fig. 61).

Auf dem nächsten Schnitte ist der Epithelstrang bereits wieder verschwunden, während die Verdickung des Mundhöhlenepithels sich noch eine Strecke weit fortsetzt. Auch diese verschwindet dann, und erst 58 Schnitte hinter dem oben beschriebenen Gebilde erscheint die erste Backzahnanlage.

Wir haben hier zweifellos die ganz plötzlich wieder erscheinende Schmelzleiste vor uns. Die Verdickung des Mundhöhlenepithels, das kolbig angeschwollene Ende kennzeichnen sie genügend.

Auffallend ist das Erscheinen gerade an dieser Stelle. Bestimmen wir dieselbe nämlich näher, so kommen wir zu dem interessanten Ergebnis, daß sie gerade der Stelle entspricht, wo normalerweise der Eckzahn zu suchen wäre.

Ob nun die hier plötzlich wieder auftauchende, an ihrem Ende kolbig verdickte Schmelzleiste in der That die letzten Reste des einst auch im Unterkiefer vorhandenen Eckzahns vorstellt, wage ich nicht zu behaupten. Jedenfalls ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen. Für eine solche spricht vor allem das Auftreten gerade an dieser Stelle.

58 Schnitte dahinter treffen wir also erst auf die nächste Zahnanlage.

Unter dem Mundhöhlenepithel, ohne Zusammenhang mit ihm, liegt ein flaschenförmiger Schmelzkeim mit dünnem Halse und stark verbreitertem Ende. Inneres und äußeres Schmelzepithel ist schwach differenziert. Die Schmelzpulpa fehlt, ein Zahnsäckchen ist vorhanden. Schon nach 2 Schnitten ist das Gebilde verschwunden. Es ist ein rudimentärer Pd_2, den wir ja auch bei Spermophilus und Sc. Prevosti angelegt fanden (Fig. 62).

Die Schmelzleiste bleibt jetzt sichtbar und senkt sich tief ins Bindegewebe hinein. Wenige Schnitte dahinter sehen wir labial ein kleines Epithelknöspchen von ihr ausgehen (Fig. 63), das sich schon bei dem nächsten Schnitte vergrößert. Gleichzeitig beginnt unterhalb desselben das Schmelzorgan von Pd_3 sichtbar zu werden. Wieder 1 Schnitt weiter liegt oberhalb von letzterem ein kleiner typischer Schmelzkeim. Er sitzt mit kurzem Halse der Schmelzleiste auf und ist tief kappenförmig eingestülpt (Fig. 64a und b).

Auf dem nächsten Schnitte dehnt sich das Schmelzorgan von

Pd_3 wieder weiter aus, der Schmelzkeim liegt jetzt in etwas veränderter Form dicht daneben (Fig. 65).

Wieder ein Schnitt weiter hat dann ersteres den labialen Schmelzkeim vollständig in sich aufgenommen. Letzterer bildet die labiale Wand des Schmelzorgans und ist noch deutlich als besonderer Teil desselben erkennbar.

Auch hier wird die prälakteale Anlage mit zum Aufbau des Schmelzkeims der nächsten Dentition verwandt.

Wir finden also auch in dieser Beziehung hier dieselben Verhältnisse, wie wir sie bei Spermophilus beobachtet hatten, und auch die Thatsachen, die das fertige Gebiß der Sciuriden zeigt, stimmen mit diesem entwickelungsgeschichtlichen Vorgang vollständig überein. Im Oberkiefer der stiftförmige Pd_2, der gut entwickelte Pd_3; im Unterkiefer nur ein gut entwickelter Prämolar, während der auch hier einstmals vorhanden gewesene zweite Backzahn gar nicht mehr zur Entwickelung gelangt.

Daß wir hier bei Pd_3 im Oberkiefer nichts derartiges mehr beobachten konnten, liegt wohl an der etwas vorgeschrittenen Entwickelungsstufe. Denn derselbe ist der Abschnürung von der Schmelzleiste nahe.

Auf einem jüngeren Stadium hätten wir auch hier sicher eine Verschmelzung beobachten können.

Die Anlage selbst von Pd_3 steht auf dem glockenförmigen Stadium. Lingual sehen wir ein freies, kolbig verdicktes Schmelzleistenende (Fig. 66).

M_1 steht gleichfalls auf dem glockenförmigen Stadium (Fig. 67). Ein linguales freies Schmelzleistenende ist nicht vorhanden.

M_2 und M_3 sind noch nicht angelegt. Die Schmelzleiste setzt sich auch hier noch ein bedeutendes Stück weiter fort.

Zusammenfassung.

Oberkiefer.

Der rudimentäre I_1 ist auch auf diesem Stadium vorhanden. I_3 ist bereits verkalkt. Lingual von ihm liegt deutlich ein freies Schmelzleistenende. Die Anlage des Eckzahns ist gegenüber dem jüngeren Stadium bereits in Reduktion begriffen.

Zwischen Pd_2 und Pd_3 finden wir einen labialen Epithelzapfen mit deutlich kappenförmiger Einstülpung, der eine zu Pd_2 gehörige prälakteale Anlage vorstellt. M_1 hat lingual ein freies Schmelzleistenende.

Unterkiefer.

Vor dem großen Nagezahn liegt ein rudimentärer I_1.

Labial des ersteren ein bereits verkalkter, zur ersten Dentition gehöriger rudimentärer Vorgänger desselben (Id_2).

In der Lücke erscheint an der Stelle, die der Eckzahn normalerweise einnehmen wird, plötzlich die Schmelzleiste wieder mit etwas kolbig verdicktem freien Ende.

Eine rudimentäre Anlage von Pd_2 ist auch hier vorhanden.

Labial von Pd_3 geht im Anfange desselben ein labialer Sproß aus, der im weiteren Verlaufe in dem Schmelzkeim des ersteren aufgeht.

Bei M_1 fehlt ein freies Schmelzleistenende, an seiner Stelle findet sich eine Hervorbuchtung der lingualen Wand.

Sciurus vulgaris.

Junges, 3—4 Wochen altes Thier. Kopflänge 5,8 cm.

Oberkiefer.

I_1 ist vollständig verschwunden. Der große Nagezahn ist bereits durchgebrochen; er erstreckt sich durch den Kiefer bis in die Prämolargegend.

Eine genaue Untersuchung der Gegend seitlich von der Einmündung der STENSON'schen Gänge in die Mundhöhle ergab gleichfalls ein vollständig negatives Resultat.

Keine Spur eines I_3 oder eines Eckzahns war aufzufinden.

Sehr interessant waren jedoch die Verhältnisse bei den Prämolaren.

Nahezu gleichzeitig erscheinen 2 Zähne, ein kleinerer lingualer, von cylindrischer Form, mit abgeschlossenem Längenwachstum, und ein größerer labialer, gleichfalls von cylindrischer Form, an dessen unterem, also der Wurzel entsprechendem Ende die Dentinbildung noch im vollen Gange ist (Fig. 68).

Lingual des kleineren liegt die Anlage eines Ersatzzahnes, die auf dem knospenförmigen Stadium steht.

Der kleinere Zahn ist nur während 25 Schnitte (à 30 μ) sichtbar. Mit ihm verschwindet auch die knospenförmige Ersatzzahnanlage, die Schmelzleiste erhält sich als S-förmig gebogener Epithelstreif.

Der labiale Zahn hat während der Zeit seine Form geändert.

Er zeigt deutlich eine breitere Kronenfläche mit lingualem, starkem Höcker.

Auch ist er mehr nach oben gerückt und liegt jetzt dicht unter dem Mundhöhlenepithel.

Lingual von ihm liegt die Ersatzschmelzleiste in wieder veränderter Gestalt. Sie hat sich zur Ersatzzahnanlage differenziert und steht (Fig. 69) bereits auf dem kappenförmigen Stadium. Die Ersatzschmelzkeime der beiden Zähne stehen also noch in kontinuierlicher Verbindung.

An dem Zahn ist jetzt auch ein labialer Höcker deutlich geworden. Demgemäß unterscheiden wir auch eine labiale und eine linguale Wurzel, die aber noch weit geöffnet sind.

Der linguale Höcker hat gegen Ende des Zahnes das Zahnfleisch bereits durchbrochen. Die Homologisierung der beiden Zahngebilde ist nicht schwer.

Der kleinere linguale, der nach kurzer Dauer verschwindet, ist der stiftförmige Pd_2, der größere labiale ist Pd_3. Dementsprechend ist der erste knospenförmige Ersatzschmelzkeim der von Pd_2, der zweite, der bereits das kappenförmige Stadium erreicht hat, der von Pd_3. Interessant sind nur die Lagebeziehungen beider Zähne zu einander. Wir sehen, wie sich beim Embryo Pd_3 ganz normalerweise hinter Pd_2 anlegte. Hier beim jungen Tiere finden wir nun Pd_2 lingual von Pd_3 liegen. Es hat also eine Verschiebung stattgefunden. Der Grund hierfür scheint mir einerseits in einer im Laufe der Stammesgeschichte eingetretenen Verkürzung der Kiefer, andererseits in einem auffallend konservativen Beharrungsvermögen von Pd_2 zu liegen, der trotz der vor ihm liegenden großen Lücke seinen bisher innegehabten Raum im Kiefer nicht aufgeben mochte.

Pd_3 hat sich über den ihm gebotenen Raum hinaus entwickelt. Einem Wachstum nach vorn bietet der vor ihm stehende Pd_2 Schranken. So ist er denn labialwärts letzterem ausgebogen, so daß also kurz vor dem Durchbruche Pd_2 lingual von Pd_3 liegt. Die Ersatzzahnanlagen liegen noch vollkommen hintereinander in einer Linie.

Schon bei bloßer Betrachtung dieser Verhältnisse kommt uns der Gedanke, ob nicht unter anderen Umständen, vielleicht wenn besondere Wachstumsverhältnisse des Kiefers ein Ausweichen unmöglich machen, ob nicht dann eine Verschmelzung beider Zähne stattfinden kann.

Wir erinnern uns ferner der Thatsache, daß bei einem Teile

der Sciuriden (Sc. rufobrachiatus WATERH., Sc. shirensis JR., Sc. annulatus DESM., Sc. punctatus TEMM.) Pd_2 des Oberkiefers fehlt. GIEBEL sagt in Bezug hierauf in seiner Odontographie: „Wo er fehlt, hat es bisweilen den Anschein, als ob er mit dem zweiten bloß verschmolzen ist und an diesem als besonderer Höcker oder Falte auftritt", und weiter: „Bei dem amerikanischen Sc. capistratus ist der erste obere Backzahn als vorderer kleinerer Höcker mit dem folgenden Zahne verschmolzen." Wir sehen dann Taf. XX, Fig. 4 ein Bild, das allerdings GIEBEL einen derartigen Schluß nahelegen mußte.

Auch FORSYTH MAJOR[1]) scheint etwas Aehnliches zu meinen, wenn er sagt: „a small group of Ethiopian Squirrels characterized by the absence of the minute superior premolar and as a compensation a very elongate posterior premolar". Auffallend ist es, daß der fragliche Höcker stets am lingualen Rande von Pd_3 auftritt. Auch in unserem Falle liegt ja Pd_2 lingual von Pd_3. Er würde also bei einer etwaigen Verschmelzung dieselbe Lage einnehmen. Da wir nun außerdem sehen, daß Pd_2 und Pd_3 nahezu gleichzeitig angelegt werden, so scheint es mir in der That fraglos, daß eine Verschmelzung beider miteinander vorkommen kann, ja daß das Fehlen von Pd_2 bei einem Teile der Sciuriden hierauf zurückzuführen ist.

Ebenso interessant und lohnend scheint mir auch eine Untersuchung der histologischen Verhältnisse zu sein, die in Anbetracht des Zieles meiner Arbeit naturgemäß zurücktreten mußte. Besonders das Verhalten des Schmelzorgans und in erster Linie seine auffallend lange Permanenz — es ist noch bei den schon im Durchbruche begriffenen Prämolaren vorhanden — scheint mir durchaus eigenartig zu sein.

M_1 liegt noch weiter vom Mundhöhlenepithel entfernt. Der labiale und linguale Höcker treten bei weitem schärfer hervor als bei Pd_3. Auch Wurzeln sind bereits gebildet, aber beide weit offen.

M_2 mit lingualem und labialem Höcker und den entsprechenden Wurzeln liegt noch vollständig im Kiefer. M_3 ist noch tief im Kiefer verborgen. Wurzelbildung hat hier nicht begonnen. Dagegen sind schon 2 Höcker, ein lingualer und ein labialer, vorhanden. Unter dem Mundhöhlenepithel liegen noch winzige Reste der Schmelzleiste.

---

1) Dr. C. J. FORSYTH MAJOR, On some miocene Squirrels with remarks on the dentition and classification of the Sciurinae. Proc. of the Zool. Soc. of London, 1893.

Unterkiefer.

Auch hier fehlt jede Spur eines rudimentären I_1, sowie eines Vorgängers des großen Nagezahns. Ebenso trifft man in der Lücke auf keine Reste der Schmelzleiste. Die Entwickelung der vorhandenen Zähne ist im großen und ganzen gleich der des Oberkiefers.

Die großen Nagezähne sind bereits durchgebrochen, sie erstrecken sich durch den ganzen Kiefer bis hinter den dritten Molaren.

Der Prämolar ist im Durchbruch begriffen. Auch er liegt wie der entsprechende des Oberkiefers schräg im Kiefer. Der mesiale Höcker liegt noch teilweise im Knochen verborgen. Der distale-linguale hat das Zahnfleisch bereits durchbrochen, der distale-labiale liegt dicht unter dem Mundhöhlenepithel.

Lingual von ihm sehen wir die Anlage des Ersatzzahns. Sie steht auf dem kappenförmigen Stadium (Fig. 70).

Die Molaren zeigen genau dasselbe Verhalten wie im Oberkiefer, so daß ich auf sie nicht näher einzugehen brauche.

Zusammenfassung.

Die Reste sämtlicher rudimentärer Zahnanlagen sind verschwunden. Lingual der Prämolaren liegen die Ersatzzähne.

Auf Grund der eigenartigen Lage von Pd_3 und Pd_3 im Oberkiefer glaubten wir annehmen zu dürfen, daß bei den Sciuriden, bei denen Pd_2 fehlt, derselbe mit Pd_3 verschmolzen ist. —

Wir sehen also, daß sich unsere Befunde teilweise durchaus nicht mit den von Freund bei Sciurus gemachten decken, was wohl hauptsächlich daran liegen mag, daß derselbe nur ein Stadium untersuchen konnte. Er beschreibt im Ober- und Unterkiefer Rudimentärzähnchen, die er, wenn auch in etwas zweifelhaftem Tone, als rudimentäre Milchzähne für die großen Nagezähne anspricht.

Ferner findet er seitlich der Einmündung der Stenson'schen Gänge in die Mundhöhle zwei dicht hintereinander liegende Schmelzkeime, von denen er den ersten für einen I_3, den zweiten für eine Eckzahnanlage hält.

Aus seinen Abbildungen geht nun deutlich hervor, daß er, wenigstens teilweise, genau dasselbe gesehen hat wie ich. Nur seine Deutung ist eine andere.

Auch er wäre wohl zu einem anderen Schluß gekommen, wenn er den wahren Milchzahn für den unteren Nagezahn gesehen hätte,

um so eher, als FREUND an und für sich Zweifel hegte, ob seine Deutung die richtige sei. Er hat sehr wohl gesehen und bemerkt es auch ausdrücklich, daß die Zähnchen vor den Nagezähnen liegen, will aber diesen räumlichen Verhältnissen kein großes Gewicht beilegen, da dieselben mit den besonderen Raumverhältnissen im Kiefer der Nager zusammenhängen dürften.

Nun ich glaube, gerade durch das anormale Wachstum der Nagezähne könnten eigentlich vor ihnen liegende und nachher rudimentär gewordene Anlagen leicht mit in ihren Bereich gezogen werden, jedenfalls viel eher, als daß die ursprünglich labial von ihnen gelegenen Anlagen erster Dentition schließlich vor die Nagezähne zu liegen kommen.

Außerdem scheint mir auch schon deswegen für letztere Annahme kein Grund vorzuliegen, da auf diesen frühen Stadien, wie unsere Befunde zeigen, noch hinreichend Platz seitlich der Nagezähne für eine Entwickelung von rudimentären Milchzahnanlagen vorhanden ist. Daß bei Sciurus das rudimentäre Zähnchen und der große Nagezahn von einem Zahnsäckchen umgeben seien, und ferner, „daß die Schmelzanlagen des Rudimentärzähnchens und des bleibenden Zahnes durch ihre Hälse zusammenhängen und zwar sowohl im Oberkiefer als im Unterkiefer, genau so wie dies meistens von dem Milchzahne und dem bleibenden Zahne beschrieben wird“, konnte ich und hauptsächlich letzteres durchaus nicht finden. Im Gegenteil treten beide Anlagen vollkommen getrennt voneinander auf, beide hängen durch eine eigene Schmelzleiste direkt mit dem Mundhöhlenepithel zusammen. Außerdem wurde meines Wissens nie beobachtet, daß Milchzahn und bleibender Zahn in einem Zahnsäckchen vereint liegen. Entscheidend für ihre Natur ist aber wohl das Auffinden wahrer Milchzahnanlagen für den großen Nagezahn des Unterkiefers.

Labial des letzteren liegt dicht unter dem Mundhöhlenepithel ein bereits verkalktes Zähnchen, das, wie wir auf dem jüngsten Stadium sehen, aus einem labialen Sproß der Schmelzleiste des großen Nagezahns seinen Ursprung nimmt.

Bei dem älteren Stadium von Sciurus sind die Verhältnisse nicht ganz so deutlich, da die Schmelzleiste größtenteils schon aufgelöst ist.

Bei Spermophilus leptodactylus aber ist sie noch vorhanden, und von dieser Schmelzleiste geht dann labial ein Epithelstrang aus, der an seinem freien Ende das auch hier bereits verkalkte Zähnchen trägt.

Allein beweisend für die Natur der rudimentären Zähnchen ist übrigens auch schon das Vorhandensein eines lingualen freien Schmelzleistenendes resp. sogar von rudimentären Ersatzzahnanlagen, die sowohl bei Sciuriden wie auch später bei Lepus zweifellos nachgewiesen wurden.

Das Zähnchen ist also unzweifelhaft die Milchzahnanlage für den großen Nagezahn, während das vor letzterem gelegene rudimentäre Zähnchen ebenso unzweifelhaft einen I_1 vorstellt.

Sehr auffallend ist das vollständige Fehlen einer Milchzahnanlage für den großen Nagezahn des Oberkiefers.

Inwiefern diese Resultate auch auf die gleichfalls als rudimentäre Milchzahnanlagen beschriebenen rudimentären Zähnchen der Leporiden und Muriden Einfluß haben, darauf komme ich noch später zurück.

Was nun die vermeintlichen I_3 und Eckzahnanlagen anbetrifft, die Freund seitlich der Stenson'schen Gänge gesehen hat, so ist es ja zweifellos, daß der erste in der That einen rudimentären I_3 vorstellt, aber nicht in dem Sinne von Freund, der ja den großen Nagezahn als I_1 rechnete.

Anders verhält es sich aber mit dem zweiten, von ihm als Eckzahn gedeuteten Gebilde. Das von ihm untersuchte Stadium lag zweifellos in der Entwickelung zwischen den beiden von mir untersuchten Embryonen von Sciurus, vielleicht etwas näher dem älteren Stadium. Nun liegt die betreffende Anlage bei Freund 14 Schnitte (à 15 μ) hinter der vorhergehenden Anlage stets im Zusammenhange mit jener und noch im Bereiche der Stenson'schen Gänge, während auf meinem jüngsten Stadium der von mir als Eckzahnanlage gedeutete Schmelzkeim 24 Schnitte (à 15 μ) hinter I_3 und auf dem älteren Stadium 28 Schnitte (à 15 μ) dahinter gelegen ist. Außerdem ist zwischen beiden Anlagen die Schmelzleiste als solche verschwunden, nur eine leichte Einsenkung des Mundhöhlenepithels zeigt ihre Stelle an.

Es hat also meine Eckzahnanlage mit dem von Freund beschriebenen Gebilde sicher nichts zu thun. Letzteres als Eckzahnanlage zu deuten, verbietet, wie auch Woodward bemerkt, seine Lage neben den Stenson'schen Gängen.

Leider lassen uns die von Freund gegebenen Bilder vollständig im Unklaren über das eigentliche Wesen des Gebildes.

Mir scheint es, Freund hat etwas ganz anderes gesehen.

Schon bei dem jüngsten Stadium bemerkte ich bei der Anlage von I_3 lingual ein freies Schmelzleistenende.

Auf dem älteren Stadium hat sich die Zahnanlage von der Schmelzleiste getrennt. Letztere ragt mit etwas kolbig verdicktem Ende neben der Anlage ins Bindegewebe herein, so daß ich früher schon die Vermutung aussprach, daß es vielleicht noch zur Bildung eines Ersatzschmelzkeimes für I_3 kommen könne. Ich halte es nun für höchst wahrscheinlich, daß FREUND etwas derartiges gesehen hat, daß seine Eckzahnanlage weiter nichts ist als ein Ersatzschmelzkeim für I_3.

Da FREUND nur ein Stadium untersuchen konnte, ist die teilweise nicht richtige Deutung seiner Befunde leicht verständlich.

Wenn wir nun die bei den Sciuromorphen gefundenen rudimentären Zahnanlagen der Milchdentition zurechnen — die den permanenten Zähnen weit vorauseilende Entwickelungsstufe und die teilweise bei ihnen gefundenen lingualen Ersatzzahnanlagen resp. freien Schmelzleistenenden geben uns die Berechtigung dazu — so können wir folgende Formel für das embryonal angelegte Gebiß der Sciuromorphen aufstellen.

$$\frac{\begin{array}{ccccccc} Id_1 & — & Id_3 & Cd & Pd_1 & Pd_2 & Pd_3 \\ — & I_2 & — & — & — & P_2 & P_3 \end{array}\Big\} \; M_1 \quad M_2 \quad M_3}{\begin{array}{ccccccc} — & I_2 & — & — & — & & P_3 \\ Id_1 & Id_2 & — & Cd & — & Pd_2 & Pd_3 \end{array}\Big\} \; M_1 \quad M_2 \quad M_3.}$$

Cavia cobaya.

Embryo. Kopflänge 1,5 cm.

Die Serie bietet wenig Interessantes. Die Anlagen befinden sich erst auf dem kappenförmigen Stadium. Eine Ausnahme macht nur der Prämolar oben und unten, der bereits auf dem glockenförmigen Stadium steht und dessen linguales freies Schmelzleistenende bereits stark kolbig verdickt ist (Fig. 71 und 72). In der Lücke des Oberkiefers, hinter den STENSON'schen Gängen, erscheint die Schmelzleiste auf kurze Zeit wieder als flache Einsenkung ins Bindegewebe.

Sonstige Reste rudimentärer Anlagen waren nicht vorhanden.

Kurz vor dem Auftreten des ersten Backzahns sendet die hier besonders starke und massige Schmelzleiste einen kleinen Zapfen labialwärts aus, der als Rest einer prälaktealen Dentition zu deuten ist (Fig. 73).

M_2 und M_3 waren noch nicht angelegt.

Cavia cobaya.

Embryo. Kopflänge 3 cm.

Oberkiefer.

Spuren eines rudimentären I_1 sind nicht vorhanden.

Der große Nagezahn ist bereits verkalkt. Die Schmelzleiste ist noch vorhanden. — In der Lücke findet sich keine Spur der Schmelzleiste. — Die erste Anlage im hinteren Teil des Kiefers ist die des Ersatzzahns des Prämolaren erster Dentition. Sie liegt vor letzterem und steht auf dem kappenförmigen Stadium.

An seinem hintersten Ende wird darüber Pd_3 sichtbar. Derselbe zeigt bereits starke Verkalkung, doch ist auch bereits Resorption eingetreten. Die Innenfläche des Dentins zeigt in der Nähe der Spitze große halbmondförmige Defekte, die ersten Zeichen der beginnenden Auflösung.

M_1 steht auf dem glockenförmigen Stadium. Die Schmelzleiste ist im Zerfalle begriffen, jedoch ein freies, linguales Schmelzleistenende noch deutlich wahrnehmbar.

M_2 steht gleichfalls auf dem glockenförmigen Stadium. Lingual ist das freie Schmelzleistenende besonders stark entwickelt. Labial sehen wir einen teilweise selbständigen, teilweise mit dem Schmelzorgane verschmolzenen Epithelstrang, der den Rest einer prälaktealen Anlage vorstellt (Fig. 74).

M_3 ist noch nicht angelegt.

Unterkiefer.

Im Unterkiefer sind Spuren eines rudimentären I_1 vorhanden.

Ganz im Beginn der Schnittserie geht von dem ins Bindegewebe hineingesenkten ringförmigen Epithelwalle ein kolbiger, massiger Epithelzapfen aus, der augenscheinlich im Beginn der kappenförmigen Einstülpung steht, mit deutlichem lingualen freien Schmelzleistenende.

Auch Spuren eines Zahnsäckchens sind vorhanden (Fig. 75). Erst 34 Schnitte dahinter treffen wir auf die Anlage des großen Nagezahns, der bereits Verkalkung zeigt. Eine Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel besteht nicht mehr.

In der Lücke ist keine Spur der Schmelzleiste vorhanden.

Pd_3 ist schon in bedeutend höherem Grade resorbiert, als derjenige des Oberkiefers, so daß stellenweise der ganze Dentinmantel siebartig durchlöchert ist. Wir können hieraus schließen, daß bei den Caviiden zwar ein Zahnwechsel vorhanden ist, daß derselbe

aber wahrscheinlich ntrauterin von statten geht, indem die Milchzähne bereits vor der Geburt resorbiert werden.

Lingual von Pd_3 liegt die Ersatzzahnanlage im glockenförmigen Stadium. An der lingualen Seite des Schmelzorganes ist das Ende der Schmelzleiste deutlich wahrzunehmen.

M_1 steht auf dem glockenförmigen Stadium. Die Schmelzleiste ist in Auflösung begriffen, doch sind auch hier Spuren eines lingualen freien Endes vorhanden.

M_2 zeigt denselben Grad der Entwickelung. Wie bei dem entsprechenden Zahne des Oberkiefers ist auch hier ein linguales freies Schmelzleistenende vorhanden, labial die Reste einer prälaktealen Anlage, die teilweise mit im Schmelzorgan aufgegangen sind (Fig. 76).

M_3 ist noch nicht angelegt.

Dasyprocta aguti.

Embryo. Kopflänge 4 cm.

Leider gelang es mir nur dieses eine, für meine Zwecke etwas zu alte Stadium zu beschaffen, so daß meine Resultate rein negativer Natur waren. Spuren von rudimentären Anlagen wurden nicht gefunden.

Die Prämolaren waren bereits stark verkalkt. Die Schmelzleiste war noch vorhanden, und zwar mit gut ausgebildetem freien Ende. Doch war es mir zweifelhaft, ob letzteres die Ersatzzahnanlage vorstellt, so daß dann die Anlage als Pd zu bezeichnen wäre, oder ob nicht vielmehr ähnlich wie bei Cavia der Milchprämolar bereits resorbiert war und auf diese Weise die Anlage den permanenten Prämolaren vorstellt, während das freie Schmelzleistenende die Möglichkeit einer dritten Dentition gewährt.

Die Molaren boten nichts Abweichendes, so daß ich auf dieselben nicht einzugehen brauche.

Von Muriden wurde folgendes Material untersucht:

1)	Mus decumanus, Embryo,	25	Tage alt,	Kopflänge	1,1	cm,
2)	„ „	geb. 1—2	„ „	„	1,3	„
3)	„ „	„ 1—2	„ „	„	1,5	„
4)	„ „	„ 4	„ „	„	2,0	„
5)	„ musculus,	8	„ „	„	1,6	„
6)	„ spec.? Ost-Afrika, Stuhlmann legit, Embr.,			„	2,0	„
7)	„ barbarus, Kamerun, Embryo,			„	1,5	„

Es gelang mir nicht, den von Woodward [1]) gemachten Befund eines Vorgängers des großen Nagezahns zu bestätigen. Nur Mus spec.? zeigte eine tief dunkel gefärbte Epithelperle unterhalb des großen Nagezahns seitlich der Schmelzleiste. Ob dieselbe aber identisch ist mit dem von Woodward beschriebenen Gebilde, lasse ich dahingestellt (Fig. 77).

Wenn ich auch die von Woodward gegebene Deutung als rudimentäre Vorgänger der großen Nagezähne nach den mitgeteilten Beobachtungen und der Lage der Zähnchen, die auch durchaus anders ist als die der bisher als Milchzähne beschriebenen rudimentären Zähnchen bei Lepus und Sciurus, vollkommen für richtig halte, so scheint mir in diesem Falle doch nur ein ganz gelegentlich auftretender Rückschlag vorzuliegen.

Wir haben gesehen, wie bei keinem anderen Nagetiere, auch nicht bei den phylogenetisch ältesten Formen, den Sciuromorphen, ein Vorgänger des großen Nagezahns im Oberkiefer beobachtet werden konnte. Schon aus diesem Grunde ist es wenig wahrscheinlich, daß bei den am höchsten specialisierten Muriden ein solcher konstant auftreten würde, um so weniger, als dieselben sich auch in anderer Beziehung vollkommen an die übrigen Rodentien anschließen.

So konnte ich nachweisen, daß auch bei ihnen der große Nagezahn dem I_2 der übrigen Säuger entspricht.

Im Unterkiefer einer 1—2 Tage alten M. decumanus finden wir nämlich folgendes:

Kurz nachdem sich die Schmelzleiste als kompakter, ziemlich breiter Epithelzapfen ins Bindegewebe hineingesenkt hatte, treffen wir auf eine Bildung, die ohne Zweifel die Anlage eines I_1 vorstellt. Ein mäßig breiter Strang geht vom Mundhöhlenepithel aus. Nach seinem Ende zu schnürt er sich etwas ein, während das verdeckte Ende deutlich kappenförmig eingestülpt ist (Fig. 78).

Inneres und äußeres Schmelzepithel ist vorhanden, eine Schmelzpulpa fehlt. Lingual sehen wir eine deutliche Hervorbuchtung, die zweifellos das freie Ende der Schmelzleiste vorstellt.

Auf dem nächsten Schnitte ist das Gebilde bereits verschwunden, die Schmelzleiste senkt sich tiefer ins Bindegewebe hinein und nimmt nun regelmäßigere Form an.

---

1) On the milk dentition of the Rodentia with a description of a vestigal milk incisor in the Mouse, by M. F. Woodward. Anat. Anz., Bd. 9, No. 19 u. 20.

Erst 10 Schritte dahinter beginnt die Anlage des großen Nagezahns sichtbar zu werden. — Auch die letzten Reste der Anlage eines I_3 im Oberkiefer konnten nachgewiesen werden.

Bei einer 1—2 Tage alten M. decumanus mit einer Kopflänge von 1,3 cm schwillt die Schmelzleiste hinter dem großen Nagezahn plötzlich an, ja es scheint sogar, als wenn sie im Begriff ist, sich kappenförmig einzustülpen.

Lingual ist ein stark entwickeltes freies Schmelzleistenende vorhanden mit deutlich kolbig verdicktem Ende (Fig. 79).

In der Lücke konnte niemals auch nur die geringste Spur der Schmelzleiste beobachtet werden.

Interessante Verhältnisse ergab das Studium der Molaren, deren Entwickelung, wie bekannt, in der Weise vor sich geht, daß M_1 und M_2 embryonal, M_3 erst nach der Geburt angelegt wird.

Bei einer 4 Tage alten M. decumanus von 2 cm Kopflänge fand ich folgendes:

M_1 des Oberkiefers, der bereits beträchtliche Verkalkung zeigt, ist mit kurzer Schmelzleiste noch in voller Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel; lingual sehen wir nun das freie Ende der Schmelzleiste deutlich kappenförmig eingestülpt. Es ist damit die Möglichkeit einer folgenden Dentition besonders nahe gerückt (Fig. 80 a und b).

Schlosser[1]) sagt nun über den ersten Molaren der Muriden folgendes: „Die Murinen und Arvicolinen besitzen nur 3 Zähne, es ist daher kein Ersatz des ersten Zahnes zu erwarten und in der That auch nicht die Spur eines solchen beobachtet worden. Bei der Größe des vordersten Zahnes von Mus Cricetodon könnte man freilich versucht sein, denselben für einen D zu halten — Forsyth Major hat auch l. c. diese Bezeichnung gebraucht.

Wenn man bloß die heutigen Murinen im Auge hat, so ist dieselbe auch richtig, insofern es wirklich der erste Zahn des ganzen Gebisses ist, und derselbe zeitlebens seinen Platz innehat. Betrachtet man jedoch die zweifellos zu den Murinen gehörige Gattung Eomys, so drängt sich unwillkürlich der Gedanke auf, daß der erste Zahn der Murinen der Verschmelzung der beiden ersten Zähne von Eomys seine Entstehung verdankt.

---

1) M. Schlosser, Die Nager des europäischen Tertiärs nebst Betrachtungen über die Organisation und die geschichtliche Entwickelung der Nager überhaupt. Palaeontographica, Bd. 31, 3. Folge Bd. 7, Cassel 1885, S. 113.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß bei dieser Gattung oder wenigstens ihren Vorläufern noch ein Ersatz des ersten Zahnes stattgefunden hat, und daß daher von einem Pr der Gattungen Eomys und Sciuromys gesprochen werden muß. Es wird sich deshalb empfehlen, den vordersten Murinen-Zahn als Pr + $\frac{1}{2}$ M zu bezeichnen."

Wäre nun diese Hypothese richtig, so wäre auch die Erklärung für die so auffallend weitgehende Ausbildung des lingualen freien Schmelzleistenendes nicht schwer, es wäre eben der Ueberrest eines den jetzt verschmolzenen Prämolaren einst ersetzenden Zahnes.

In Anbetracht dessen aber, daß ein linguales freies Schmelzleistenende auch bei anderen zur permanenten Dentition gehörigen Zähnen beobachtet worden ist, neige ich zu der Ansicht, daß wir es auch hier mit den Ueberresten einer einst vorhandenen dritten Dentition zu thun haben, wenn dieselbe auch hier ausnahmsweise weit entwickelt ist.

Bemerken will ich noch, daß auch hier, falls freie linguale Schmelzleistenenden an Molaren beobachtet werden konnten, dieselben im Unterkiefer stets weniger weit entwickelt waren als die entsprechenden im Oberkiefer, ja während dieselben im Oberkiefer gewöhnlich frei endigten, lagen sie im Unterkiefer in vielen Fällen dem Schmelzorgan dicht an, wie ich das in ähnlicher Weise schon für Spermophilus beschrieben habe.

Dann möchte ich noch auf eine andere Thatsache aufmerksam machen, die erst kürzlich gegen das Vorkommen von prälaktealen Anlagen verwertet wurde.

Im hinteren Teil des Unterkiefers kommt nämlich die Schmelzleiste dicht neben die Lippenfurche, die hier besonders tief ins Bindegewebe hineinreicht, zu liegen. Dadurch wird auch die Schmelzleiste gewissermaßen mitgezogen und sie scheint jetzt aus der Lippenfurche zu entspringen, während letztere noch über die Schmelzleiste hinaus sich ins Mesoderm hineinsenkt (Fig. 81).

Außerhalb des Zusammenhanges betrachtet, wäre es nun allerdings vielleicht möglich, das Ende der Lippenfurche als prälakteale Anlage zu betrachten; bei einer aber nur einigermaßen aufmerksamen Durchsicht der Schnitte ist ein derartiger Irrtum vollständig ausgeschlossen. Ich komme hierauf noch später zurück.

Fassen wir nun die bei den Muriden gewonnenen Resultate zusammen, so wurden auch hier Ueberreste eines I_1, wenigstens

im Unterkiefer aufgefunden. Der große Nagezahn der Muriden entspricht also gleichfalls dem I_2 der anderen Säuger.

Dagegen konnte der von WOODWARD gemachte Befund eines Vorgängers für den großen Nagezahn nicht bestätigt werden. Spuren eines I_3 waren vorhanden.

In der Lücke konnte keine Spur der Schmelzleiste nachgewiesen werden, ebensowenig waren Ueberreste von Prämolaren vorhanden. —

Von Leporiden stand mir, wenigstens von Lepus cuniculus ein vollkommen ausreichendes Material zur Verfügung. Ich begnügte mich jedoch mit der Untersuchung eines Embryos von 1,5 cm Kopflänge. Derselbe zeigte die betreffenden Verhältnisse so klar und deutlich, daß ich von der Untersuchung weiterer Stadien absehen konnte.

Lepus cuniculus.

Embryo. Kopflänge 1,5 cm.

Im vordersten Teile der Schnittserie bemerken wir jene massige, in zwei seitlich divergierende Zipfel ausgezogene Epithelmasse. Zuerst wird oberhalb derselben im Bindegewebe das Schmelzorgan des großen Nagezahns sichtbar. Unter demselben liegt ein kleines Epithelhäufchen. Gleichzeitig sehen wir vom Mundhöhlenepithel aus einen Zapfen letzterem entgegenziehen. Auf dem nächsten Schnitte ist die Verbindung hergestellt und wir haben zunächst den Eindruck, als ob dieser vom Mundhöhlenepithel ausgehende Epithelstrang die Schmelzleiste des oberhalb getrennt von ihm liegenden Schmelzorgans des großen Nagezahns ist.

Daß dem nicht so ist, lehren uns die nächsten Schnitte. 2 Schnitte weiter haben wir nämlich folgendes Bild. In dem Epithelstrang liegt ein cylindrischer Dentinring, der nur an einer Stelle eine Oeffnung zeigt. Cylindrische Zellen, die augenscheinlich das innere Schmelzepithel darstellen, liegen ihm dicht an. In dem Lumen des Ringes liegen Zellen, die sichtlich in Auflösung begriffen sind. Eine Schmelzpulpa fehlt vollständig. Die Anlage steht mit kurzem Halse direkt in Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel (Fig. 82). Oberhalb dieser Anlage liegt dann, aber immer vollständig getrennt, das vordere Ende des Schmelzorgans des großen Nagezahns.

Nach 2 Schnitten ist das Zähnchen verschwunden. 5 Schnitte dahinter treffen wir erst die volle Anlage des großen Nagezahns.

Dieselbe steht nicht mehr in Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel. Dicht unter letzterem ist bereits eine Abschnürung eingetreten. Lingual ist ein freies Schmelzleistenende vorhanden (Fig. 83).

Die Anlage des kleinen Schneidezahns, der hinter dem großen Nagezahn der Leporiden steht, steht auf dem glockenförmigen Stadium. Von der Anlage eines Ersatzzahnes ist noch nichts zu bemerken, nicht einmal ein freies Schmelzleistenende ist vorhanden.

Die Anlage zieht sich bis zur Einmündung der STENSON'schen Gänge in die Mundhöhle hinein, ein Beweis für die richtige Deutung der entsprechenden rudimentären Anlagen bei Spermophilus und Sciurus, die ja auch seitlich derselben beobachtet wurden.

In der Lücke fehlt die Schmelzleiste vollkommen. Von den Backzähnen sind Pd_1, Pd_2, Pd_3 und M_1 angelegt, M_2 und M_3 fehlen noch.

Dieselben bieten nichts Abweichendes, so daß ich sie übergehen kann.

Im Unterkiefer tritt das Rudimentärzähnchen gleichfalls vollständig selbständig auf. Auch hier steht es in direkter Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel. Das innere Schmelzepithel ist gut differenziert, eine Schmelzpulpa fehlt. Der Dentinring ist vollständig geschlossen. Lingual sehen wir einen Vorsprung, den ich für das freie Ende der Schmelzleiste halte (Fig. 84).

Nach 4 Schnitten ist das Zähnchen verschwunden.

Gleichzeitig beginnt weit unterhalb seiner früheren Lage das Schmelzorgan des großen Nagezahns sichtbar zu werden. Derselbe hat sich bereits von dem Mundhöhlenepithel abgeschnürt, nur geringfügige Epithelreste im Bindegewebe zeigen die ehemalige Verbindung an.

Lingual ist ein freies Schmelzleistenende vorhanden, während labial der Stelle, wo ehemals die Schmelzleiste die Verbindung zwischen Anlage und Mundhöhlenepithel herstellte, ein dünner Strang abzieht, der vielleicht die letzten Reste einer ersten Dentition vorstellt (Fig. 85).

In der Lücke ist keine Spur der Schmelzleiste aufzufinden.

Von den Backzähnen ist Pd_2, Pd_3 und M_1 angelegt. Dieselben bieten nichts Bemerkenswertes.

Als was haben wir nun diese rudimentären Zähnchen aufzufassen?

Nach den vorhergegangenen Untersuchungen war es mir von vornherein fraglich, ob die auch hier zum letzten Male von FREUND

vertretene Ansicht, daß es sich um Vorgänger der großen Nagezähne handelt, richtig ist, zumal da letzterer schon Zweifel an der Richtigkeit derselben hegte, wenn er auch schließlich zu der persönlichen Anschauung gelangt, „daß das Rudimentärzähnchen als eine stark in Rückbildung begriffene Milchzahnanlage für den großen Nagezahn anzusprechen sei“. Gleichzeitig fügt er aber hinzu, daß diese Anschauung durchaus nicht als endgiltig begründet betrachtet werden kann.

Ich glaube nun wichtige Beweise bringen zu können, die sich zum Teil mit den bei den Sciuromorphen geführten decken, daß auch hier das rudimentäre Zähnchen einen nicht mehr zur vollen Entwickelung gelangenden I_1 vorstellt.

Einmal liegen dieselben auch hier vollkommen räumlich getrennt voneinander und stehen in absolut keiner näheren Beziehung zu einander, als die besonderen Verhältnisse bedingen, die durch die übermäßige Entwickelung der großen Nagezähne herbeigeführt wurden. Zieht man letzteres in Betracht, so ist auch ein näheres Zusammenrücken der beiden Anlagen leicht einzusehen.

Hiermit stimmt es auch vollkommen überein, daß die beiden Zähne im Oberkiefer näher zusammen zu liegen kommen, als im Unterkiefer, denn im ersteren setzt I_3 dem Ausdehnungsbestreben des großen Nagezahns gewisse Schranken, während derselbe sich im Unterkiefer unbehindert auch nach hinten entwickeln konnte.

Dann konnte eine Verwachsung der Schmelzorgane durchaus nicht beobachtet werden, abgesehen davon, daß ein derartiges Vorkommen, wie ja auch Freund zugiebt, absolut kein Beweis für ein näheres Abhängigkeitsverhältnis derselben wäre.

Im Gegenteil, im Oberkiefer liegt das Schmelzorgan des großen Nagezahns vollkommen getrennt über dem Zähnchen, und im Unterkiefer ist während des Auftretens desselben noch keine Spur der Anlage des großen Nagezahns sichtbar.

Daß beide Anlagen von einem Zahnsäckchen umgeben sind, ist ja, wie ich schon früher erwähnte, von vornherein hinfällig.

Den vollkommensten Beweis für die Unabhängigkeit beider Zahnanlagen von einander giebt uns aber das Verhalten der Schmelzleiste.

Nach der heutigen Anschauung entsteht doch die Ersatzzahnanlage aus dem freien Schmelzleistenende der vorhergehenden Dentition.

Nun sehen wir aber das Rudimentärzähnchen vollkommen in Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel. Der Nagezahn hat nun

auch zweifellos mit dem Mundhöhlenepithel direkt in Verbindung gestanden, wenn auch eine Abschnürung bereits teilweise erfolgt ist. Das zeigt uns deutlich der Vorgang im Oberkiefer, denn hier hat dieselbe erst dicht unter dem Mundhöhlenepithel stattgefunden. Außerdem zeigt aber das Zähnchen im Unterkiefer, und zwar besonders schön in der Figur, die Freund uns giebt (Fig. 1), deutlich ein freies linguales Schmelzleistenende, wodurch allein schon der Beweis erbracht ist, daß der große Nagezahn kein Ersatzzahn für das rudimentäre Zähnchen sein kann.

Ob der labiale Sproß am großen Nagezahn im Unterkiefer ein letzter Rest des bei Spermophilus und Sciurus beobachteten wirklichen Milchzahns für denselben ist, lasse ich dahingestellt, die Möglichkeit ist jedenfalls nicht von der Hand zu weisen.

So sehen wir, daß auch die Lagomorphen keine Ausnahme machen von dem Gesetz, das die Specialisierung des Zahnsystems der Nagetiere beherrscht.

Auch hier ist der große Nagezahn dem I_2 der anderen Säuger homolog, während ein I_1 zwar embryonal noch angelegt wird, aber nicht mehr zur vollen Entwickelung gelangt. In dieser Beziehung und in der Ausbildung eines noch funktionierenden I_3 auch in der größeren Anzahl der Prämolaren haben die Lagomorphen noch primitivere Verhältnisse bewahrt, während sie in anderer Beziehung die übrigen Nager überholt haben.

Allgemeiner Teil.

Wir haben also den Beweis erbracht, daß sich in der That das heutige specialisierte und zu gleicher Zeit in der Zahl der Zähne reduzierte Nagergebiß aus einer wohl ursprünglich geschlossenen Zahnreihe entwickelt hat.

2 Prozesse sind hier Hand in Hand gegangen, einmal die besonders mächtige Ausbildung der großen Nagezähne, dann auf Kosten dieser Reduktion von anderen Zähnen.

Diese Nagezähne entsprechen nicht, wie bisher angenommen, den ersten Incisivi der anderen Säuger, sondern sind homolog den zweiten Schneidezähnen derselben, und somit ist die von Cope auf rein paläontologisches Material gestützte Annahme auch auf entwickelungsgeschichtlichem Wege bewiesen worden.

Die Reduktion des Gebisses ist entsprechend dem verschiedenen Alter der Gruppen verschieden weit vorgeschritten.

Bei den primitivsten Formen, den Sciuromorphen, können wir als embryonal angelegt noch folgende Formel aufstellen:

$$\frac{\begin{array}{ccccccc} Id_1 & — & Id_3 & Cd & Pd_1 & Pd_2 & Pd_3 \\ & I_2 & — & — & — & P_2 & P_3 \end{array}\Big\} \; M_1 \quad M_2 \quad M_3}{\begin{array}{ccccccc} — & I_2 & — & — & — & — & P_3 \\ Id_1 & Id_2 & — & Cd & — & Pd_2 & Pd_3 \end{array}\Big\} \; M_1 \quad M_2 \quad M_3}$$

während wir bei Cavia nur Spuren eines I_1 im Unterkiefer beobachteten und bei den Muriden nur in einem Falle einen verloren gegangenen I_1 im Unterkiefer und I_3 im Oberkiefer vorfanden.

Sonst konnte bei diesen Gruppen von rudimentären Anlagen nichts beobachtet werden, ja es war sogar die Schmelzleiste in der Lücke sowohl im Unter- wie im Oberkiefer vollständig verschwunden.

Ebenso war bei Lepus außer dem rudimentären Id_1 keine Spur einer reicheren Bezahnung vorhanden.

Interessant sind die Beziehungen, die hier zwischen Specialisierung und Reduktion bestehen.

Von Leche ist schon darauf aufmerksam gemacht worden, daß, falls eine Reduktion des Gebisses eintritt, dieselbe im Unterkiefer stets weiter vorgeschritten ist als im Oberkiefer. Dementsprechend finden wir bei den Rodentien, auch bei den ältesten Formen im Unterkiefer keine Spur mehr der Schmelzleiste — nur in einem Falle wurde das Gegenteil konstatiert — während dieselbe im Oberkiefer nicht nur stets vorhanden ist, sondern auch noch Schmelzkeime zu produzieren vermag.

Dagegen sind im Unterkiefer sowohl prälakteale Anlagen, als auch ein rudimentärer Vorgänger für den großen Nagezahn vorhanden. Im Oberkiefer fehlen diese Anlagen vollständig. Während also im Oberkiefer der große Nagezahn aus seinem eigenen Material sich so kolossal entwickelte, dasselbe aber so vollständig aufbrauchte, daß keine Spur eines Vorgängers erster Dentition mehr vorhanden ist, die hinter ihm sich entwickelnden Zahnanlagen aber nur teilweise für sich in Anspruch nahm, hat der große Nagezahn im Unterkiefer sich gerade auf Kosten letzterer so mächtig ausgedehnt, und so finden wir hier auch noch deutliche Spuren von prälaktealen Anlagen und Vorgängern erster Dentition.

Die großen Nagezähne haben infolge ihres immerwährenden Wachstums den Zahnwechsel aufgegeben, gewechselt werden bei den Rodentien nur die vor den 3 Molaren stehenden Prämolaren und auch diese bei einem Teile schon intrauterin, so daß es den Anschein hat, als ob der Zahnwechsel der Rodentien überhaupt einst der Vergangenheit angehören wird.

Außer diesen beiden Dentitionen finden wir aber auch noch Spuren einer vorhergehenden und einer folgenden Dentition, die wir folgendermaßen beurteilen müssen. Wenn wir das heutige Zahnsystem der Säugetiere als ererbt von reptilienähnlichen Vorfahren auffassen, dann müssen wir auch annehmen, daß der Diphyodontismus aus dem Polyphyodontismus der Amphibien durch den Oligophyodontismus der Reptilien hervorgegangen ist. Mit der Specialisierung einzelner Zähne ging ein entsprechend größerer Materialverbrauch einher, es wurden größere Ansprüche an die Thätigkeit der Schmelzleiste gestellt, so daß Zeiten der Erschöpfung für sie eintreten mußten, in denen sie aus Mangel an Material ihre Produktionsfähigkeit zeitweise verloren hatte. Sie hört auf zu produzieren; die vorhandenen, ja auch funktionsfähigeren Zähne werden so lange im Gebrauch bleiben müssen, bis die Schmelzleiste wieder imstande ist, Ersatz zu schaffen, mit anderen Worten, der unbeschränkte Zahnwechsel wird beschränkt. Bei immer höher gehender Specialisierung und immer mehr gesteigerten Ansprüchen an die das Material liefernde Schmelzleiste werden dann im Laufe der Phylogenie schließlich die sich ursprünglich in ununterbrochener Folge ersetzenden Dentitionen der Amphibien zu einigen wenigen „Zahngenerationen“, den Dentitionen im heutigen Sinne zusammengefaßt.

Wir müssen dann annehmen, daß es eine Zeit gegeben — vielleicht bei Uebergangsformen zwischen Reptilien und Säugetieren — in der 4 Dentitionen successive funktionierten.

Bei immer weitergehender Specialisierung verkümmerten dann von diesen 4 Dentitionen auch noch die erste sogenannte prälakteale und vierte, während die zweite und dritte sich als Milch- und permanente Dentition bis auf den heutigen Tag erhalten haben.

Doch auch damit ist der Reduktionsprozeß noch nicht abgeschlossen. Gerade die hochspecialisiertesten Formen sind auf dem Wege, auch die Milchdentition zu verlieren — „sie streben zum Monophyodontismus“.

Reste jener uralten, von unseren reptilienähnlichen Vorfahren direkt ererbten und dann zu Grunde gegangenen ersten und vierten Dentition werden nun nicht allzu selten noch beobachtet und ihrer Herkunft entsprechend am häufigsten und am besten ausgebildet bei den ältesten noch heute existierenden Säugetierformen, den Beutlern und Insectivoren, seltener und dann auch in höherem Grade rückgebildet bei anderen Säugern.

So konnten wir dieselben auch bei Nagern und unter ihnen

bei den primitivsten Formen, den Sciuromorphen konstatieren, ja wir sehen sogar, wie bei Pd_3 der Sciuriden die prälakteale Anlage mit der folgenden Milchdentition verschmilzt, während bei Pd_2 die prälakteale Anlage als deutlich kappenförmig eingestülpter Schmelzkeim selbständig verbleibt. Wir wiesen dort schon auf die Folgen der Verschmelzung hin, den gut ausgebildeten Pd_3 und den kleinen, stiftförmigen Pd_2 im fertigen Gebisse, gewiß ein glänzender Beweis für die Konkrescenztheorie.

Dieses Auffinden von ganz zweifellosen prälaktealen Anlagen in einer Tiergruppe, in der dieselben noch nicht beobachtet worden waren, giebt mir Veranlassung, noch auf eine erst kürzlich erschienene Arbeit [1]) näher einzugehen, in der das Vorkommen von prälaktealen Anlagen überhaupt geleugnet wird.

Der Grund ist sehr einleuchtend. Ganz entgegen der heute ganz allgemein angenommenen Ansicht glauben Wilson und Hill durch ihre Untersuchungen bewiesen zu haben, daß die Dentition der Beutler dem permanenten Gebiß der anderen Säuger entspricht.

Einer ihrer Hauptbeweise, die im übrigen fast ausschließlich negativer Natur sind, ist eben das Leugnen prälaktealer Anlagen. Mit dem zweifellosen Nachweis letzterer fällt auch die Hauptstütze ihrer Theorie.

Indem sie sich auf von Leche [2]) bei Erinaceus beschriebene und auch abgebildete prälakteale Anlagen beziehen, finden sie, daß dieselben absolut nicht beweiskräftig sind, sondern vielmehr weit besser und ohne die Schwierigkeit der Annahme von prälaktealen Anlagen durch Vorgänge erklärt werden, wie sie sie bei Untersuchung von Schweinsembryonen gefunden haben. Diese Vorgänge bestehen nun darin, daß labial der Anlage eines Molaren die Lippenfurche vorhanden ist und sich tief ins Bindegewebe hineinsenkt.

Sie geben in ihrer Textfigur Bilder hiervon, die allerdings in klarer Weise diese Verhältnisse veranschaulichen. Die Lippenfurche senkt sich tief ins Mesoderm hinein. Lingual dicht daneben entspringt vom Mundhöhlenepithel die Schmelzleiste, so daß aller-

---

1) Observations upon the development and succession of the teeth in Perameles; together with a contribution to the discussion of the homologies of the teeth in Marsupial animals by J. T. Wilson and J. P. Hill. Quart. Journ. of Microsc. Science.

2) W. Leche, Zur Entwickelungsgeschichte des Zahnsystems der Säugetiere (Fig. 3 u. 5).

dings außer Zusammenhang das Bild einer prälaktealen Anlage vorgetäuscht werden kann. Anzunehmen aber, daß sich so scharfsichtige Beobachter wie KÜKENTHAL, LECHE, RÖSE u. a. hiervon täuschen lassen könnten, ist jedenfalls etwas gewagt.

Abgesehen hiervon bemerkt aber LECHE [1]) zu seiner Figur 3 im Text ausdrücklich: „Beim 14 mm langen Embryo geht unmittelbar labialwärts von der Basis der Schmelzleiste auf der Strecke zwischen Pd_3 und Pd_4 ein starker Zapfen resp. eine Knospe aus. Daß besagte Knospe als eine den Zahnanlagen angehörige Bildung zu betrachten ist, kann mit Hinsicht auf später zu erwähnende Befunde nicht bezweifelt werden. Jedenfalls hat diese Bildung nicht das geringste mit der Lippenfurche zu thun, da letztere lateralwärts auf demselben Frontalschnitte unverkennbar vorhanden ist.“ Eine Bemerkung, die WILSON und HILL entgangen zu sein scheint.

Leider scheinen WILSON und HILL auch die Arbeit von RÖSE und BARTHELS „Ueber die Zahnentwickelung des Rindes“ nicht gekannt zu haben — wenigstens finden wir sie im Litteraturverzeichnis nicht aufgeführt — denn hier finden wir in der Abbildung 5 ganz dieselben Verhältnisse wie in ihrer Textfigur 2, nur mit dem Unterschiede, daß außer der weit ins Mesoderm vorspringenden Lippenfurchenleiste noch ein tief ins Bindegewebe hinabreichender Epithelzapfen, der labial von der Schmelzleiste der rudimentären Eckzahnanlage ausgeht, vorhanden ist.

Was nun die von mir gefundenen prälaktealen Anlagen bei Nagern anbetrifft, so ist es auch hier klar, daß dieselben mit der Lippenfurche nichts zu thun haben.

Vor allem spricht für ihre Natur als rudimentärer Schmelzkeim die typische kappenförmige Einstülpung labial von Pd_2, die in derselben Weise sowohl bei Spermophilus als auch bei Sciurus vorhanden ist.

Es müßte jedenfalls ein eigenartiger Zufall sein, wenn die Lippenfurche bei 2 Embryonen verschiedener Familien an genau derselben Stelle im Querschnitt eine derartige Gestalt annehmen würde. Außerdem müßte dann aber die Schmelzleiste einerseits aus der Lippenfurche ihren Ursprung nehmen; andererseits wäre aber wieder letztere an dem Auftreten von Zahnanlagen gebunden, denn die labialen Epithelmassen entstehen mit den Zahnanlagen

1) W. LECHE, Zur Entwickelungsgeschichte des Zahnsystems der Säugetiere.

und verschwinden mit ihnen. Es müßte also ein Abhängigkeitsverhältnis zwischen beiden bestehen, das wohl kaum einen Anspruch auf Wahrscheinlichkeit hat.

Ferner ist aber im Unterkiefer die Lippenfurchenleiste deutlich getrennt von der Schmelzleiste vorhanden. Trotzdem kommen dieselben labialen Epithelzapfen, ja sogar ohne Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel vor.

Es war natürlich, daß ich gerade diesen Verhältnissen besondere Aufmerksamkeit schenkte. Die Beobachtung konnte ich allerdings machen, daß im hinteren Teile des Unterkiefers bisweilen Schmelzleiste und Lippenfurchenleiste zusammenzufallen scheinen, niemals aber fand ich Bilder, die, im Zusammenhang betrachtet, mich im Zweifel ließen, ob ich es mit der Lippenfurche oder mit prälaktealen Anlagen zu thun hatte, um so weniger, als ich nicht selten die auch von Röse beobachteten Bilder vorfand, daß nämlich beide nebeneinander vorkommen (Fig. 37), labial der Zahnanlage eine prälakteale Anlage und labial letzterer die Lippenfurchenleiste.

Prälakteale Anlagen kommen also auch bei Nagern zweifellos vor, und auch die von Wilson und Hill bei Beutlern gefundenen und Fig. 83 und 84 abgebildeten labialen Epithelsprossen scheinen mir in dieselbe Kategorie zu gehören, wenn sie auch zu ihrer Erklärung die Beteiligung der Lippenfurche heranziehen wollen, in dem Bestreben, die Hauptstütze für ihre an sich schon wankende Hypothese nicht zu verlieren.

Außer diesen prälaktealen Anlagen kommen nun noch Spuren einer einst vorhandenen dritten, die permanenten Zähne noch ersetzenden Dentition vor.

Lingual von erwiesenermaßen zur permanenten Dentition gehörigen Anlagen finden wir noch deutlich ein freies Schmelzleistenende, das also die Möglichkeit einer ferneren Dentition gewährt.

Auf Grund des Vorkommens von solchen, sogar schon knospenförmig angeschwollenen freien Schmelzleistenenden lingual des Beutlergebisses, das ja bekanntlich zur Milchdentition gehört, stellte Leche [1]) die Hypothese auf, daß das permanente Gebiß ein Neuerwerb der Säugetierklasse sei, und daß auch die lingual dieser permanenten Dentition vorkommenden freien Schmelzleistenenden die ersten Spuren einer im Entstehen begriffenen dritten Dentition vorstellen.

---

1) W. Leche, Zur Entwickelungsgeschichte des Zahnsystems der Säugetiere.

Diese Hypothese hat sich jedoch keines Anklangs bei den anderen Forschern zu erfreuen gehabt, und auch ich glaube vielleicht einen Einwand gegen dieselbe vorbringen zu können.

Entsprechend der Regel, die ja auch LECHE hervorhebt, daß, falls Reduktion eintritt, dieselbe im Unterkiefer stets weiter vorgeschritten ist als im Oberkiefer — ein Gesetz, das ja auch im vollen Maße für die Nager gilt — müßten, da ja hier Reduktion und Specialisierung Hand in Hand geht, im Unterkiefer derartige Spuren dieses Neuerwerbs weiter vorgeschritten sein als im Oberkiefer. Nun habe ich aber bei allen von mir untersuchten Formen gerade das Gegenteil gefunden.

Stets war es der Oberkiefer, der ja überhaupt viel primitivere Zustände bewahrt hat, in dem diese lingualen freien Enden viel konstanter und viel besser ausgebildet, in einem Falle sogar deutlich kappenförmig eingestülpt (Fig. 80) auftraten.

Ferner fanden wir bei Pd_2 des Oberkiefers bei den Sciuriden lingual des freien Schmelzleistenendes, das die Anlage des Ersatzzahns vorstellt, noch ein freies Schmelzleistenende, das der dritten Dentition entsprechen würde. Das wäre ja nun nicht besonders auffallend, da wir derartige Fälle schon öfter beobachtet haben. Was aber hierbei besonders interessant ist und was von vornherein stark gegen die LECHE'sche Hypothese spricht, ist die Thatsache, das bei Spermophilus citillus (Fig. 6) dieses freie Schmelzleistenende der dritten Dentition ganz deutlich knospenförmig angeschwollen ist, während die Schmelzleiste für den Ersatzzahn sich kaum von der Anlage von Pd_2 emanzipiert hat. Es ist also in diesem Falle eine jüngere Dentition verhältnismäßig weiter entwickelt als die ältere, eine Thatsache, die doch nur erklärt werden kann, wenn wir annehmen, daß wir es mit dem letzten Reste einer früheren Dentition, nicht mit einem Neuerwerb zu thun haben.

Wir kommen jetzt zu der Frage, die wohl augenblicklich im Mittelpunkt des Interesses der Forschung steht: „Welcher Dentition gehören die Molaren an?" Unter den Forschern, die sich mit dieser Frage beschäftigt haben, steht an erster Stelle KÜKENTHAL[1]), und ich möchte auf seine Stellungnahme noch besonders

1) Dr. W. KÜKENTHAL, Anatomische u. entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen an Waltieren. Jena 1883. — Derselbe, Vergleichend-anatomische und entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen an Sirenen. Jenaische Denkschriften, VII. Abdruck aus SEMON, Zool. Forschungsreisen in Australien und dem Malayischen Archipel.

eingehen, da ich glaube, auch einige Beweise für seine Ansicht vorbringen zu können. Seine heutige Auffassung ist die, „daß die Backzähne im wesentlichen der ersten Dentition zugehören, daß sich aber an dem Aufbau ihres Schmelzorgans prälakteale und zweite Dentition beteiligen".

Ich möchte hierbei noch einmal auf die Arbeit von WILSON und HILL zurückkommen.

Ihnen ist die Annahme KÜKENTHAL's, daß die Molaren ein Verschmelzungsprodukt der Anlagen erster Dentition mit dem Material, aus dem sonst die zweite Dentition entsteht, darstellen, sehr unklar. Sie stellen Erwägungen an, ob er wohl gemeint hat, daß die bereits differenzierten Schmelzkeime zweier verschiedener Dentitionen miteinander verschmelzen (morphological concrescence), oder ob er damit sagen wollte, daß nur das Material beider Dentitionen zum Aufbau einer verwandt wird (physiological fusion).

Mir erscheint es nun vollkommen unzulässig, eine derartige Gegenüberstellung zu machen. Niemand wird glauben, daß eine Verschmelzung wohlausgebildeter Zähne ganz urplötzlich entsteht.

Wenn wir auf dem Boden der Descendenztheorie stehen, dann müssen wir auch annehmen, daß die Verschmelzung ganz allmählich im Laufe der Phylogenie vor sich gegangen ist.

Die Verkürzung der Kiefer, die eintreten mußte, um eine größere Hebelkraft zu erzielen und so den Tieren eine reichlichere Nahrungsaufnahme zu ermöglichen, und die hauptsächlich den hintersten Teil des Kiefers betraf, bewirkte eine Verzögerung der Entwickelung der Molaren erster Dentition, da sie nicht genügend Raum im jugendlichen Kiefer vorfanden, während die sich so wie so später anlegenden Ersatzzähne von dieser Verzögerung nicht betroffen wurden. So rückte der Zeitpunkt, in dem sich erste und zweite Dentition anlegen, immer näher zusammen, und mit der mehr oder minder gleichzeitigen Anlage war natürlich ein wesentliches Moment für eine Verschmelzung gegeben, um so mehr, als ja auch dadurch ein vollkommeneres Produkt erzielt werden konnte und so auch dem Tiere auf diese Weise genützt wurde.

Zuerst werden nun sicher noch die Schmelzkeime beider Dentitionen getrennt angelegt worden sein, und erst sekundär wird eine Verschmelzung derselben stattgefunden haben.

Dann aber unterblieb durch Abkürzung eine Differenzierung in zwei selbständige Anlagen, und 1 Zahn wird von vornherein angelegt, der heutige Molar.

Diese beiden Dentitionen, die erste und zweite, sind es, die

vor allem zur Bildung der Molaren beitragen, während als dritte Komponenten noch nach KÜKENTHAL's Angaben bei Manatus die prälakteale Dentition hinzutreten kann.

Man wird jetzt vor allem fragen müssen: Sind Verschmelzungen verschiedener Dentitionen möglich und sind solche beobachtet worden?

Ich verweise hierbei auf die Untersuchungen KÜKENTHAL's über die Zahnentwickelung von Zahnwalen und von Manatus, in denen derselbe zweifellos die Bildung der Molaren durch Verschmelzung dieser drei Dentitionen festgestellt hat.

Ich glaube, an der Hand dieser Arbeit, Beispiele gegeben zu haben, daß derartige Verschmelzungen nicht allein bei Molaren vorkommen können und vor allem, welche Folgen dieselben für den betreffenden Zahn haben. Ich meine den schon öfter erwähnten Fall bei den Prämolaren der Sciuromorphen. Pd_3 verschmilzt mit einer zweifellosen prälaktealen Anlage, die dann die labiale Wand seines Schmelzorgans bildet, während dieselbe bei Pd_2 selbständig verbleibt. Infolgedessen repräsentiert auch im fertigen Gebisse Pd_3 einen wohlentwickelten Backzahn, während Pd_2 klein und stiftförmig ist. Hier ist also der Beweis geliefert, daß durch die Verschmelzung ein besseres und vollkommeneres Produkt geliefert wurde.

Warum verschmilzt aber in dem einen Falle die prälakteale Dentition mit der folgenden, während sie an anderer Stelle vollkommen getrennt verbleibt? Im Laufe meiner Untersuchungen fiel mir das verschiedene Verhalten dieser prälaktealen Anlagen zum Mundhöhlenepithel einerseits und zur folgenden Dentition andererseits auf. In dem einen Falle entspringt die prälakteale Anlage direkt aus dem Mundhöhlenepithel, und aus ihr erst die folgende Dentition, während im anderen Falle — und gerade dann wurde eine Verschmelzung konstatiert — die prälakteale Anlage aus der Schmelzleiste der folgenden Dentition hervorzugehen schien.

Wenn wir von der Thatsache ausgehen, daß sich die folgende Dentition stets aus dem freien lingualen Schmelzleistenende der vorhergehenden entwickelt, so müssen wir ersteres Verhalten als das primitive bezeichnen, während letzteres abgeändert zu sein scheint. Es tritt eine sekundäre Verschiebung der ursprünglich direkt vom Mundhöhlenepithel entspringenden prälaktealen Anlagen ein auf die Schmelzleiste der jüngeren Dentition. Wie können wir aber diese beiden Thatsachen vereinigen, und welche Folgen resultieren aus diesem verschiedenen Verhalten? LECHE

giebt in seiner Figur 5[1]) eine Abbildung, die eine vermittelnde Stelle einnimmt. Wir sehen hier labialwärts einen Zapfen, der dicht neben der lingualen Schmelzleiste vom Mundhöhlenepithel aus entspringt. Beifolgende schematische Figuren dürften das verschiedene Verhalten der prälaktealen Anlagen zur Schmelzleiste und zum Mundhöhlenepithel erläutern und auch den Vorgang dieser sekundären Verschiebung zu erklären versuchen.

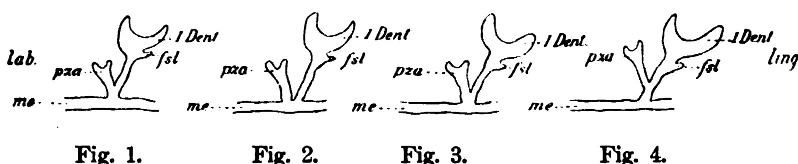


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

In Fig. 1 sehen wir den primitiven Zustand. Von der labialen Anlage entspringt lingual die nächstfolgende Dentition.

In Fig. 2 liegen die labiale Anlage und die nächstfolgende Dentition nebeneinander.

In Fig. 3 haben sie sich vereinigt.

Ist nun aber erst die labiale Anlage in den Bereich der kräftig wachsenden und sich lebhaft weiter entwickelnden Schmelzleiste der jüngeren Dentition gelangt, dann trennt sie sich von ihrem ursprünglichen Standpunkte und wandert mit (Fig. 4).

Hiermit ist selbstverständlich ein wesentlicher Faktor für das Verschmelzen zweier Dentitionen gegeben. Je näher die beiden Anlagen aneinander zu liegen kommen, und je mehr Material die jüngere für den Aufbau des Zahnes braucht, um so eher wird eine Verschmelzung stattfinden.

Daß eine solche zustande kommen kann und welche Folge dieselbe für den betreffenden Zahn hat, beweist uns die Entwickelung von Pd_3.

Stellen wir nun diese Befunde zusammen mit den von Kükenthal bei Zahnwalen und Manatus gemachten, so scheint es mir in der That bewiesen, daß Verschmelzungsprozesse eine große Rolle in der Entwickelung der Molaren gespielt haben müssen.

Solche Prozesse sind thatsächlich beobachtet worden, und damit fallen, wie auch Kükenthal bemerkt, die Einwürfe fort, die bisher gegen die Konkrescenztheorie ins Feld geführt werden konnten.

---

1) W. Leche, Zur Entwickelungsgeschichte des Zahnsystems der Säugetiere.

Die Molaren gehören einerseits zur Milchdentition, das beweist uns neben ihrer verhältnismäßig frühzeitigen Anlage auch das Vorkommen von zweifellosen prälaktealen Anlagen, die in gleicher Weise bei ihnen als auch bei zur Milchdentition gehörigen Zahnanlagen beobachtet worden sind.

Die Verkürzung des hintersten Teiles des Kiefers bewirkte eine Verzögerung der Entwickelung der auch hier früher getrennt vorhandenen Milchdentition, während sie zu gleicher Zeit eine Verschmelzung derselben mit der folgenden Dentition hierdurch begünstigte.

Die Funktionsfähigkeit der Molaren während der ganzen Lebensdauer gleich den anderen Ersatzzähnen beweist uns aufs deutlichste ihre Zugehörigkeit auch zu dieser Dentition.

Auch das bei ihnen beobachtete freie Schmelzleistenende ist durchaus identisch mit dem auch sonst bei permanenten Zähnen beobachteten und stellt somit den Ueberrest einer einst vorhandenen dritten Dentition vor.

Auf Grund dieser Thatsachen kann ich mich also nur ganz der von Kükenthal vertretenen Ansicht anschließen, „daß in der Verschmelzung eines der wesentlichsten Momente für die Entstehung der Säugetierbackzähne gegeben ist“.

Am Schlusse meiner Arbeit sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Kükenthal, sowohl für die liebenswürdige Ueberlassung seines Materials als auch für die wertvolle Anregung und Unterstützung, die er mir während derselben zu Teil werden ließ, auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank abzustatten.

Erklärung der Figuren.

Es bedeutet bei allen Figuren:

Me = Mundhöhlenepithel.
s = Schmelz.
sl = Schmelzleiste.
fsl = freies Schmelzleistenende.
sp = Schmelzpulpa.
is = inneres } Schmelzepithel.
as = äußeres } Schmelzepithel.
d = Dentin.
p = Pulpa.
b = Bindegewebe.
psa = prälakteale Zahnanlage.
rsa = rudimentäre „
lf = Lippenfurche.
ep = Epithelperle.
esa = Ersatzzahnanlage.
lab = labial.
ling = lingual.

Frontalschnitte durch Ober- und Unterkiefer der betreffenden Embryonen. Die Abbildungen sind größtenteils mit Obj. A, Ok. 4 angefertigt. Ausnahmen hiervon sind besonders angegeben.

Da die beiden Kieferhälften häufig verschieden deutliche Bilder gaben, war es nicht gut angängig, nur eine Kieferhälfte für die Zeichnungen zu benutzen; es ist daher stets besonders angegeben, welche Seite der lingualen und welche der labialen Fläche entspricht.

Spermophilus citillus. Kopflänge 1,5 cm.

Fig. 1—8. Zahnanlagen des Oberkiefers.

Fig. 1. Rudimentäre Anlage des linken Id_1.

Fig. 2. Glockenförmige Anlage des linken großen Nagezahns I_2.

Fig. 3. Rudimentäre Anlage des rechten Id_3, a) bei schwacher Vergrößerung, Obj. A, Ok. 4; b) bei stärkerer, Obj. D, Ok. 2. Der labiale Epithelzapfen ist der Rest einer prälaktealen Anlage.

Fig. 4. Rudimentäre Anlage des rechten Cd, a) bei schwacher Vergrößerung, Obj. A, Ok. 4; b) bei stärkerer, Obj. D, Ok. 2.

Fig. 5. Anlage des linken Pd_2 mit prälaktealer Zahnanlage (*psa*).

Fig. 6. Distaler Teil desselben Zahnes mit prälaktealer Anlage (*psa*) und 2 freien Schmelzleistenenden (fsl_1 und fsl_2). fsl_2 ist stärker entwickelt als fsl_1.

Fig. 7. Anlage des linken Pd_3 mit freiem Schmelzleistenende (*fsl*).

Fig. 8. Anlage des linken M_1 mit freiem Schmelzleistenende (*fsl*).

Fig. 9—14. Zahnanlagen des Unterkiefers.

Fig. 9. Rudimentäre Anlage des linken Id_1 mit freiem Schmelzleistenende.

Fig. 10. Anlage des rechten großen Nagezahns mit rudimentärer Anlage seines Milchzahns (*rsa* Id_2) und rudimentärer prälaktealer Anlage (*psa*).

Fig. 11. Anlage des linken Pd_3 mit prälaktealer Anlage (*psa*).

Fig. 12. Derselbe Zahn, mehr distal getroffen. Die prälakteale Anlage liegt dem Schmelzorgan dicht an und bildet auch labial gleichsam ein freies Schmelzleistenende.

Fig. 13. Glockenförmige Anlage des linken M_1.

Fig. 14. Kappenförmige Anlage des linken M_2.

Spermophilus leptodactylus. Kopflänge 2,1 cm.

Die meisten Figuren sind nach Serie I gezeichnet. Ausnahmen habe ich besonders angegeben.

Fig. 15—26. Zahnanlagen des Oberkiefers.

Fig. 15. Rudimentäre Anlage des linken Id_1.

Fig. 16. Anlage des linken I_2 nach Serie II. Id_1 liegt hier in der Schmelzleiste von I_2. Oberhalb Id_1 noch eine Epithelperle (*ep*).

Fig. 17. Rudimentäre Anlage des rechten Id_3, a) bei schwacher Vergrößerung, Obj. A, Ok. 4; b) bei stärkerer, Obj. D, Ok. 4.

Fig. 18. Rudimentäre Anlage des rechten Pd_1 bei stärkerer Vergrößerung, Obj. D, Ok. 2.

Fig. 19. Anlage des rechten Pd_2 mit prälaktealer Anlage und 2 freien Schmelzleistenenden (fsl_1 und fsl_2).

Fig. 20. a) Dieselbe Anlage, etwas mehr getroffen. Pd_2 und prälakteale Anlage hier ohne Verbindung mit dem Mundhöhlenepithel. Auch hier sind noch 2 freie Schmelzleistenenden vorhanden. b) Die prälakteale Anlage allein bei starker Vergrößerung, Obj. D, Ok. 4.

Fig. 21. a) 13 Schnitte dahinter, Pd_2 ist verschwunden. Die prälakteale Anlage ist noch vorhanden mit tiefer, kappenförmiger Einstülpung. b) Die prälakteale Anlage bei stärkerer Vergrößerung, Obj. D, Ok. 2.

Fig. 22. Schmelzleiste kurz vor dem linken Pd_3; labial eine beginnende knospenförmige prälakteale Anlage.

Fig. 23. 9 Schnitte dahinter. Letztere tritt in Verbindung mit dem oberhalb gelegenen Schmelzorgan von Pd_3.

Fig. 24. Pd_3 voll getroffen mit lingualem, freiem Schmelzleistenende.

Fig. 25. Anlage des linken M_1 mit freiem Schmelzleistenende (*fsl*).

Fig. 26. Anlage von M_2 mit Rest einer prälaktealen Anlage (*psa*).

Fig. 27—37. Zahnanlagen des Unterkiefers.

Fig. 27. Rudimentäre Anlage des linken Id_1 mit noch deutlich erkennbarem inneren und äußeren Schmelzepithel (*is* und *as*), freies Schmelzleistenende (*fsl*).

Fig. 28. Rudimentäre, kappenförmig eingestülpte Ersatzzahnanlage, *resa* I_1 des rechten rudimentären Id_1.

Fig. 29. Prälakteale Anlagen kurz vor dem großen Nagezahn I_2, a) rechts, b) links mit kappenförmiger Einstülpung, beide mit freiem lingualen Schmelzleistenende (*fsl*).

Fig. 30. Der große rechte Nagezahn mit rudimentärem Id_2. Serie II, freies Schmelzleistenende (*fsl*).

Fig. 31. Rechter I_2 mit rudimentärem Id_2 aus Serie I bei stärkerer Vergrößerung, Obj. D, Ok. 2, freies Schmelzleistenende *fsl*. Bei * hat eine Verbindung des Id_2 mit der Schmelzleiste von I_2 bestanden.

Fig. 32. Rudimentäre Anlage des linken Pd_3 mit prälaktealer Anlage.

Fig. 33. Schmelzleiste links mit prälaktealen Anlagen, Schmelzorgan von Pd_3 wird unterhalb sichtbar.

Fig. 34. Die prälakteale Anlage ist größer geworden.

Fig. 35. Die prälakteale Anlage ist in Verbindung getreten mit dem Schmelzorgan von Pd_3, a) bei schwacher Vergrößerung, b) bei stärkerer, Obj. D, Ok. 2.

Fig. 36. Anlage des linken M_1. An Stelle des lingualen freien Schmelzleistenendes eine Verdickung der lingualen Wand des Schmelzorgans.

Fig. 37. Anlage des rechten M_2 mit prälaktealer Anlage. Labial von dieser Lippenfurchenleiste (*lfl*).

Sciurus Prevosti. Kopflänge 1,0 cm.

Fig. 38—45. Zahnanlagen des Oberkiefers.

Fig. 38. Rudimentäre glockenförmige Anlage des rechten Id_1 mit Dentinring.

Fig. 39. Kappenförmige Anlage des rechten großen Nagezahns I_2.

Fig. 40. Rudimentäre Anlage des rechten Id_3 mit freiem Schmelzleistenende (*fsl*). Vergr. Obj. D, Ok. 2.

Fig. 41. Rudimentäre Anlage des rechten Cd im Beginn der glockenförmigen Einstülpung. Vergr. Obj. D, Ok. 2.

Fig. 42. Knopfförmige Anschwellung der Schmelzleiste 13 Schnitte dahinter, die vielleicht die rudimentäre Anlage eines Pd_1 vorstellt.

Fig. 43. Kappenförmige Anlage des rechten Pd_2.

Fig. 44. Glockenförmige Anlage des rechten Pd_3.

Fig. 45. Knopfförmige Anlage des rechten M_1.

Fig. 46—51. Zahnanlagen des Unterkiefers.

Fig. 46. Rudimentäre Anlage des rechten Id_1 mit freiem Schmelzleistenende.

Fig. 47. Glockenförmige Anlage des rechten großen Nagezahns mit freiem Schmelzleistenende.

Fig. 48. 8 Schnitte dahinter. Rudimentäre Anlage von Id_2.

Fig. 49. Rudimentäre Anlage des rechten Pd_2.

Fig. 50. Glockenförmige Anlage des rechten Pd_3.

Fig. 51. Knopfförmige Anlage des rechten M_1.

Sciurus Brookei. Kopflänge 1,5 cm.

Fig. 52—58. Zahnanlagen des Oberkiefers.

Fig. 52. Rudimentäre Anlage des linken Id_1. Schmelz (*s*) und inneres Schmelzepithel (*is*) deutlich sichtbar. Vergr. Obj. A, Ok. 2.

Fig. 53. Rudimentäre Anlage des rechten Id_3. Das freie Schmelzleistenende (*fsl*) liegt lingual frei im Bindegewebe.

Fig. 54. Rudimentäre Anlage des rechten Cd. Fig. 53 u. 54 bei stärkerer Vergrößerung, Obj. D, Ok. 2.

Fig. 55. Pd_2 rechts mit 2 freien lingualen Schmelzleistenenden und beginnender prälaktealer Anlage.

Fig. 56. Prälakteale Anlage (*psa*) dicht hinter Pd_2.

Fig. 57. Anlage des rechten Pd_3 mit freiem Schmelzleistenende.

Fig. 58. Anlage des rechten M_1 mit freiem Schmelzleistenende.

Fig. 59—67. Zahnanlagen des Unterkiefers.

Fig. 59. Rudimentäre Anlage des linken Id_1 mit gut differenziertem inneren und äußeren Schmelzepithel (*is* und *as*), freies Schmelzleistenende (*fsl*).

Fig. 60. Rudimentäre Anlage des linken Id_2, darunter die Anlage des großen Nagezahns I_2.

Fig. 61. Schmelzleiste in der Lücke der rechten Kieferhälfte mit kolbig verdicktem Ende an einer Stelle, die dem Platze des Cd entspricht.

Fig. 62. Rudimentäre Anlage des rechten Pd_2.

Fig. 63. Schmelzleiste kurz vor dem rechten Pd_3 mit Beginn der prälaktealen Anlage.

Fig. 64. Vorderer Teil der Anlage des rechten Pd_3. Labial der Schmelzleiste prälakteale Anlage (*psa*). a) Vergr. Obj. A, Ok. 4; b) Vergr. Obj. D, Ok. 2.

Fig. 65. Die prälakteale Anlage liegt dicht an der labialen Wand des Schmelzorgans von Pd_3.

Fig. 66. Voll getroffene Anlage von Pd_3 mit freiem Schmelzleistenende.

Fig. 67. Anlage des rechten M_1.

Sciurus vulgaris, junges Thier. Kopflänge 5,8 cm.

Fig. 68. Frontalschnitt durch den rechten Oberkiefer. Anlage von Pd_2 mit Ersatzzahnanlage P_2, labial davon vorderer Teil von Pd_3 (*OK* Oberkiefer, *O* Odontoblastenschicht).

Fig. 69. Pd_3 allein mit Ersatzzahnanlage P_3 (*so* Schmelzorgan).

Fig. 70. Anlage von P_3 des linken Unterkiefers; labial davon: Stück des Pd_3. Fig. 68, 69 u. 70 bei Vergr. Obj. A, Ok. 2.

Cavia cobaya. Kopflänge 1,5 cm.

Fig. 71. Anlage des linken oberen Pd_3 mit freiem Schmelzleistenende.

Fig. 72. Anlage des linken unteren Pd_3 mit kolbig verdicktem freien Schmelzleistenende.

Fig. 73. Schmelzleiste vor Pd_3 des Oberkiefers mit Rest einer prälaktealen Anlage.

Fig. 74. Anlage des linken oberen M_2 mit freiem Schmelzleistenende und prälaktealen Resten (*psa*).

Fig. 75. Rudimentäre Anlage eines linken Id_1 des Unterkiefers.

Fig. 76. Anlage des rechten unteren M_2 mit freiem Schmelzleistenende und prälaktealen Resten.

Muriden.

Fig. 77. Anlage des rechten I_2 des Oberkiefers von Mus spec.? mit Epithelperle bei starker Vergrößerung, Obj. D, Ok. 4.

Fig. 78. Rudimentäre Anlage des rechten Id_1 des Unterkiefers bei Mus decumanus, Kopflänge 1,5 cm.

Fig. 79. Rudimentäre Anlage eines linken Id_2 bei M. decumanus, Kopflänge 1,3 cm, mit kolbig verdicktem freien Schmelzleistenende.

Fig. 80. Anlage von M_1 des Oberkiefers von M. decum., Kopflänge 2,0 cm, mit kappenförmig eingestülpten freien Schmelzleistenenden. a) Rechts Vergr. Obj. A, Ok. 2; b) links Vergr. Obj. D, Ok. 2.

Fig. 81. Anlage des linken unteren M_2 desselben Embryos. Schmelzleiste fällt mit Lippenfurchenleiste zusammen. Vergr. Obj. A, Ok. 2.

Lepus cuniculus.

Fig. 82. Rudimentäre Anlage des linken Id_1 des Oberkiefers.

Fig. 83. Anlage des linken großen Nagezahns, 11 Schnitte hinter vorigem, mit freiem Schmelzleistenende.

Fig. 84. Rudimentäre Anlage des rechten Id_1 des Unterkiefers mit freiem Schmelzleistenende.

Fig. 85. Anlage des großen Nagezahns mit freiem Schmelzleistenende und verdünntem labialen Sproß, der vielleicht den Rest des Id_2 erster Dentition vorstellt.

Zur Anatomie von Acmaea fragilis CHEMNITZ.

Von

M. A. Willcox
aus Wellesley, Vereinigte Staaten.

Hierzu Tafel XVII—XIX.

Vorliegende Arbeit wurde im zoologischen Laboratorium der Universität Zürich in der zweiten Hälfte des Jahres 1897 durchgeführt. Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. LANG, spreche ich meinen verbindlichsten Dank aus sowohl für die Güte, mit der er mir das kostbare aus Neu-Seeland stammende Material zur Verfügung gestellt, als für das Interesse und die Ratschläge, mit denen er mich unterstützt hat. Ebenso erfülle ich die angenehme Pflicht, dem ersten Assistenten im zoologischen Laboratorium, Herrn Dr. HESCHELER und ferner Herrn Dr. OVERTON, Privatdozenten der Biologie, für viele freundliche Winke zu danken.

Die Gattung Acmaea ist von ESCHSCHOLTZ aufgestellt worden. Indes streitet man sich noch darüber, ob die Bezeichnung Acmaea oder Tectura, welch letztere ungefähr um dieselbe Zeit von AUDOUIN und MILNE EDWARDS vorgeschlagen wurde, die Priorität hat. Ich habe mich mit dieser Frage nicht befaßt. Dieselbe ist kurz, aber klar von WATSON (Challenger Reports, Vol. XV, p. 28—29) behandelt. Da nur zerstreute Beobachtungen, aber keine Monographie über Acmaea erschienen sind, so leisteten mir am meisten Hilfe Abhandlungen über Patella und andere Docoglossen, sowie über Prosobranchienanatomie im allgemeinen.

Das gebrauchte Material bestand aus vielen Exemplaren von Acmaea fragilis CHEMNITZ, die Herr Professor LANG von Herrn H. SUTER, Christchurch, Neu-Seeland hatte. Da die Tiere aus Neu-Seeland stammten, kamen sie mir nur in konserviertem Zustand in die Hände, und zwar wurden sie, der Angabe nach, in einer konzentrierten, wässerigen Sublimatlösung fixiert. Die Erhaltung

war sehr ungleich und oft besonders bei den tiefer liegenden Teilen des Nervensystems sehr wenig befriedigend, wodurch es nicht nur unmöglich war, hinreichende Beobachtungen über Histologie anzustellen, sondern auch das Innervationsgebiet der kleineren Nerven klarzulegen.

Zum Untersuchen habe ich meistens Schnitte verwendet, aber auch einige Teile, wie z. B. Herz oder Hauptganglien „in toto" herauspräpariert. Das in Paraffin eingebettete und in Schnitte zerlegte Objekt war mit Hämalaun und Eosin doppelt gefärbt. Der Umstand, daß die Radulazähne bei Acmaea ziemlich groß sind, hat mir viele Schwierigkeiten bereitet, die ich nicht besser überwinden konnte als durch 10—20-stündigen Aufenthalt des vorher mit Cedernholzöl durchdrungenen Objektes in hartem Paraffin und durch oftmalige Verschiebung des Messers. Längerer Aufenthalt in Paraffin, wie es Oswald empfiehlt, sowie vorheriges Durchdringen mit Xylol hat die Exemplare sehr brüchig gemacht.

Orientierung: Ich habe das Tier nach der gewöhnlich angenommenen Auffassung orientiert, d. h. die den Fuß tragende Partie als ventrale, die den Kopf tragende als vordere bezeichnet.

Aeußere Organisation. Die Gestalt von Acmaea fragilis (Fig. 1 und 2) ist die eines ovalen Tellers. Vor allen anderen Arten, die ich in Wirklichkeit oder in Abbildungen gesehen habe, ist sie durch eine auffallende Flachheit charakterisiert, wodurch sie beim ersten Anblick viel mehr einer Patella als einer Acmaeaart gleicht. Der Körper wird durch einen großen, hufeisenförmigen, die Visceralmasse von hinten umfassenden und erst nach vorn aufhörenden Gehäusemuskel (Spindelmuskel) an die Schale geheftet. Ventralwärts tritt dieser Muskel in den breitsohligen, saugscheibenförmigen, den ganzen unteren Teil des Körpers einnehmenden Fuß ein. Nach vorn geht der Rumpf allmählich in den Kopf über, dessen hinterer und oberer Teil ein Paar nicht einstülpbare und an der Basis Augen führende Tentakeln besitzt, während dessen kurzer, abgestutzter Vorderteil nach unten die Mundöffnung trägt.

Da die Schale, als ich die Exemplare erhielt, schon entfernt war, habe ich darüber keine Beobachtungen anstellen können.

Die Mantelfalte ist, wie bei Docoglossen überhaupt, an der Vorderseite des Eingeweidesackes entwickelt und erstreckt sich als eine kragenförmige Ringfalte um dessen Basis herum. Die eigentliche Mantelhöhle ist wenig ansehnlich; sie bedeckt Kopf

und Nacken, grenzt seitlich an das Vorderende des Gehäusemuskels und kommuniziert vorn mit der Außenwelt. Der palleale Komplex enthält folgende Teile: das Ctenidium, zwei Osphradien, die Enddarmpapille samt dem After, die Nephridialpapille, endlich einen ansehnlichen Teil des Pericardiums mit dem eingeschlossenen Herzen. Diese Teile sind folgenderweise arrangiert: Die am Mantel befestigte Kieme liegt fast in der Mittellinie, rückt sogar etwas nach rechts, weiter rechts ist der Analkegel und noch weiter die große Nephridialpapille. Diese liegt ein wenig ventralwärts von der Enddarmpapille und ihre Basalteile wachsen gegenseitig zusammen. Das Pericardium liegt links und stößt mit einer Seite direkt an den Gehäusemuskel an. Unweit vom Muskel und unter dem Herzen an der hinteren Basis der Mantelhöhle liegt das linke Osphradium und ihm genau gegenüber in ähnlicher Lage auf der anderen Seite das rechte.

Eine gesonderte Hypobranchialdrüse ist nicht vorhanden.

Der Körper wird von einem einschichtigen Körperepithel überzogen (Taf. XVII, Fig. 11, 12), dessen Zellen in verschiedenen Gegenden eine verschiedene Höhe besitzen. Die die Fußseiten und den Mantel bedeckenden Teile besitzen runde Kerne, an den Lippen und der Fußsohle dagegen, wo das Epithel höher ist, sind die Kerne länglich-oval. Da ich auch an den Fußteilen, besonders wo starke Kontraktion existiert, längliche Kerne wahrgenommen habe, halte ich es nicht für unmöglich, daß der Kern bei verschiedenen Kontraktionszuständen Formveränderungen erleidet. Deutliche Drüsenzellen habe ich äußerst selten wahrgenommen; sie sind flaschenförmig mit einem runden, bläschenförmigen Kern (Taf. XVII, Fig. 11). Ihr seltenes Vorkommen ist vermutlich dadurch zu erklären, daß sie beim Absterben entleert werden und durch starke Kontraktion des Körpers so zusammengepreßt sind, daß sie dem Auge leicht entgehen. Die Epithelzellen der Fühler enthalten schwarze oder beinahe schwarze Pigmentkörnchen. Cilien habe ich nicht beobachtet.

Eine gesonderte Fußdrüse existiert nicht, dagegen kommen Zellen im Bindegewebe vor, die ich für die von HALLER beschriebenen, die Fußdrüse ersetzenden Drüsenzellen halte. Sie sind unregelmäßig, meist rundlich, messen 12—20 μ und besitzen einen rundlichen, gewöhnlich wandständigen, ungefähr $2^1/_2$ μ großen Kern, färben sich verschieden tief, jedoch immer ziemlich intensiv mit Hämalaun und sehr stark mit Methylenblau; sie zeigen eine für die Drüsenzellen charakteristische, netzförmige

Beschaffenheit des Protoplasmas. An mit Methylenblau gefärbten Präparaten war zu sehen, daß einige in der Nähe der Epithelschicht liegende Zellen einen 1 μ breiten Hals besaßen, den ich bis an die Basis des Epithels verfolgen konnte. Dem Anschein nach tritt er durch dieses hindurch, um an der Oberfläche zu münden.

Diese Zellen kommen besonders im vorderen Teil des Fußes vor und sind in dem vor der Anheftungsstelle des Gehäusemuskels liegenden Teil in der Mittelpartie am zahlreichsten; da, wo aber die starken Muskelfasern diese Region in Anspruch nehmen, sind die Drüsenzellen meistens zu den Seiten gedrängt. In den übrigen Fußregionen kommen sie überall, jedoch ziemlich zerstreut vor.

Mantelrand. Der Mantelrand (Taf. XVII, Fig. 7) bietet eine dünne Lamelle dar, deren äußerer Teil durch eine ansehnliche Drüsenzone mächtig angeschwollen ist. Der dünne Teil besteht aus Bindegewebe, Muskeln- und Gefäßen und ist von einem cylindrischen Epithel überzogen. Die Muskeln sind in zwei horizontalen Lamellen und zahlreichen, senkrechten Bündeln angeordnet, und zwar so, daß eine horizontale Schicht knapp unter dem dorsalen Epithel liegt, während die zweite von der ersten und vom ventralen Epithel durch zwei durchlöcherte, aus Blutgefäßen und dazwischen liegenden, senkrechten Muskelbündeln bestehende Zonen getrennt wird. Die der unteren Zone angehörenden Gefäße hängen mit großen in den lateralen Körperteilen sich befindenden und von mir mit dem Namen Lateralsinus belegten Bluträumen zusammen und stellen offenbar die von Haller beschriebene „arterielle Schicht“ dar; die Gefäße der oberen Zone gehen nach außen in ein sehr großes, der Basis der Drüsenzone anliegendes, von mir als Mantelsinus bezeichnetes Gefäß über, werden aber durch das Zusammentreten der beiden Muskellamellen vom direkten Zusammenhang mit den im Fuß oder Eingeweidesack vorkommenden Gefäßen ausgeschlossen. Das in denselben enthaltene Blut kann daher nur durch den Mantelsinus und das Herz, bezw. mittels eines Rücktrittes durch die arterielle Schicht in die den Körper versorgenden Gefäße hineintreten. Sie korrespondieren offenbar mit der Haller'schen „venösen Schicht“; da aber bei Acmaea, wie unten eingehender besprochen wird, dieselben kein Glied des direkten Kreislaufes bilden, sondern sozusagen nur einen abgelegten Teil davon, so zögere ich, mich dieses Namens zu bedienen und wähle vielmehr die nichts präjudizierenden Ausdrücke untere und obere Zone.

Die bei Scutellina und Lottia vorkommenden Kranzfalten des Mantels sind bei Acmaea nicht vorhanden.

Was die Drüsenzone anbetrifft, so ist sie durch die Anwesenheit langer, kolbenförmiger, vielfach sich windender, dicht nebeneinander gelagerter und doch voneinander ganz unabhängig nach außen mündender Drüsenschläuche charakterisiert. Peripherisch biegen sie sich aufwärts, um sich auf der dorsalen Mantelfläche zu öffnen. Hie und da scheint es, als ob die Mündungen auf einem Hügel angesammelt wären, doch zeigt der Vergleich mit anderen Schnitten, daß diese Erscheinung nur durch einen zufälligen Kontraktionszustand hervorgerufen wird. Die Schläuche sind mehr oder weniger dicht von kleinen Plättchen erfüllt, wie es gewöhnlich bei manchen im Ruhezustand sich befindenden Drüsen der Fall ist; Zellgrenzen konnte ich überhaupt nicht konstatieren, auch Kerne kommen selten zum Vorschein. Bei einem Exemplar aber waren überall unbedeutende, wandständige und kernhaltige Protoplasmareste in den Drüsen zu konstatieren. Der Kern ist groß (5—6 $^1/_2$ μ), oval, chromatinarm, aber mit einem auffallend großen Kernkörperchen (1 $^1/_2$ μ) versehen. Da die Drüsen viele dicht aneinander liegende Windungen bilden, und da die sie umgebenden Wände äußerst dünn sind, habe ich mich nicht überzeugen können, ob in einer Drüse mehr als ein Kern vorhanden ist, doch glaube ich es nicht. Bei den vielen Längsschnitten, die ich durchmustert habe, habe ich nur einmal zu beobachten geglaubt, daß zwei Kerne in einem Schlauch vorkommen, und auch über diesen Fall kann ich mich nicht mit Sicherheit aussprechen. Es ist daher wahrscheinlich, daß wir es hier mit einzelligen Drüsen zu thun haben.

Die schon erwähnten Plättchen wurden gewöhnlich in mit Hämalaun und Eosin doppelt gefärbten Präparaten durch das Eosin sehr intensiv tingiert, doch blieben einige ziemlich blaß, und andere, die mehr oder weniger Hämalaun aufgenommen hatten, erschienen etwas bläulich. Ich habe zuerst daran gedacht, daß diese Variationen auf verschiedene Drüsenarten zurückzuführen seien; da ich mich aber durch weitere Beobachtung überzeugt habe, daß alle Modifikationen in einem Drüsenschlauche vorkommen können, erkläre ich sie jetzt dadurch, daß das sich in verschiedenen Drüsenteilen befindende Protoplasma unbedeutende, chemische, durch Farbenunterschiede sich verratende Variationen besitzt. Bei einigen Exemplaren gewinnen die Präparate dadurch den Anschein, als ob zweierlei Drüsen vorhanden wären, daß einige Drüsen-

schnitte mit Plättchen erfüllt sind, andere dagegen mit einem fein-granulösen Material. Dieses ist demjenigen sehr ähnlich, welches Lebergang und Magendarm erfüllt, und da ich nun sehr oft solche Präparate erhalten habe, bei denen die Drüsen peripher Plättchen, central dagegen granulöse Substanz enthalten, so nehme ich an, daß letztere das Sekret ist, und daß da, wo sie nicht getroffen wird, die Drüse sich in vollkommenem Ruhezustand befindet. Soweit ich gesehen habe, ist nur eine Drüsenart im Mantel vorhanden; in dieser Beziehung unterscheidet sich Acmaea von Lottia und Scutellina, bei denen nach HALLER zweierlei Arten vorhanden sind. Alle diese Drüsen haben offenbar die Funktion, die Schale abzusondern.

Die Drüsen sind in Bindegewebe eingebettet, und zwischen ihnen liegen Blutgefäße, von denen die einen vom Arteriennetz, die anderen vom Venennetz herstammen. Das Ineinandergehen der beiden Arten habe ich nie wahrgenommen; wahrscheinlich wandert das Blut durch das Bindegewebe hindurch.

Das den Mantel bedeckende Epithel ist, wie schon gesagt, cylindrisch (Taf. XVII, Fig. 12); seine Höhe ist an verschiedenen Stellen etwas verschieden ($7\,{}^1/_2$—15 μ) und wahrscheinlich vom Kontraktionszustand abhängig. Auf der Dorsalfläche unweit der Drüsenmündungen ist das Epithel gewöhnlich stark und ziemlich regelmäßig gefaltet. Da die Falten aber nicht immer vorkommen, halte ich sie nur für einen Kontraktionszustand.

Kieme. Die Kieme liegt gerade über dem Pharynx, sogar eher etwas weiter nach rechts als nach links und ist bloß an ihrer Basis der Kiemenhöhlenwand angewachsen. Sie ist länglich-dreieckig und besteht aus einer horizontalen Lamelle; deren beide Seiten tragen je eine Serie vertikaler, querlaufender Kiemenblätter, und zwar eine obere kürzere und eine untere längere. Die beiden längslaufenden Kanten der horizontalen Lamelle sind dadurch angeschwollen, daß jede ein Blutgefäß enthält, und zwar ein in der rechten Kante liegendes zuführendes und ein in der linken Kante abführendes Kiemengefäß. Beide haben muskulöse, aus längslaufenden Fasern bestehende Wände, die oben und unten zwei in das Lumen des Blutgefäßes hervorspringende Wülste bilden und wohl die Verkürzung der Kieme ermöglichen. Links von dem abführenden Gefäß liegt ein besonders großer Nerv, der zweierlei Kerne ebenso gut wie Fasern enthält. Diese sind den in den Ganglien vorkommenden Kernen vollkommen ähnlich; obgleich es unmöglich war, das dazu gehörige Protoplasma zu unterscheiden,

halte ich daher den Nerv für einen Markstrang. Er läuft bis zum Distalende der Kieme, biegt dort um und zieht sich der rechten Seite entlang fast bis zu ihrer Basis. Wie er dort endigt, ist mir leider unbekannt geblieben. Beide Kanten sind mit einem flimmernden Cylinderepithel bedeckt, dessen allgemeine Höhe im kontrahierten Zustand der Kieme, also im maximalen Höhezustand, nie 17 μ übertrifft. Gegen das freie Ende aber nimmt das Epithel plötzlich zu und erreicht für einige Mikromillimeter fast das Doppelte der gewöhnlichen Höhe (27 μ); bei rascher Abnahme beträgt diese auf dem wirklichen Ende nur noch 10 μ. — Eine deutliche Cuticula ist vorhanden. Der Kern ist oval und basalständig.

Ein Kiemenblatt besteht aus einer dünnen, strukturlosen Membran, die so gefaltet ist, daß sie einen stark abgeplatteten, innen einen Blutraum enthaltenden Sack darstellt. Er ist von cilientragenden, niedrig-cylindrischen, in verschiedenen Kontraktionszuständen 3—10 μ messenden, mit runden Kernen versehenen Epithelzellen bedeckt, bei denen ich eine deutliche Cuticula nur stellenweise wahrgenommen habe. Der Blutraum öffnet sich einerseits in das zuführende, andererseits in das abführende Kiemengefäß; im kontrahierten Zustande sieht er in vielen Schnitten aus, als ob er in alternierender Weise verengt und erweitert wäre; wenn er aber mit Blut gefüllt, also geschwollen ist, so sieht man, daß diese Erscheinung dadurch hervorgerufen ist, daß die beiden Wände durch kurze, etwas elastische, querlaufende Balken oder Spangen zusammengebunden sind. Diese Balken sind nicht von Oeffnungen durchbohrt, wie dies bei Scutellina der Fall ist; der Durchtritt des Blutes wird daher dadurch gestattet, daß keine Spange die ganze Breite des Blutraumes in Anspruch nimmt. Die ganze Einrichtung ist vorzüglich dazu geeignet, das Verweilen des Blutes in der Kieme möglichst zu verlängern. Die Spangen erscheinen ganz strukturlos und sind als Fortsätze der dem Epithel unterliegenden Membran anzusehen. Der freie Rand des Blattes ist etwas konvex; da der Blutraum hier breiter als anderswo ist, scheint der Rand etwas angeschwollen. Die horizontale Lamelle, das HALLER'sche Mittelstück, ist den Kiemenblättern vollkommen gleich.

Es ist zu bemerken, daß bei Acmaea keine Auflösung der Kiemenblätter in Fäden vorkommt, wie HALLER es für Scutellina und Lottia beschreibt, sondern daß jedes Blatt sich als kontinuierliches Stück von einer Seite zur anderen zieht (Taf. XVIII, Fig. 20). Bilder, wie HALLER (29, Fig. 7) angiebt, bekomme ich wohl, doch entstammen sie nicht Quer-, sondern Schiefschnitten, wobei die scheinbaren Fäden als Schnitte aufeinanderfolgender Kiemenblätter

zu deuten sind. Horizontale sowie echte Querschnitte zeigen einen Zustand, wie ich ihn schon beschrieben habe.

Nervensystem. Das Nervensystem (Taf. XVIII, Fig. 23) besteht aus den bekannten drei Hauptganglienpaaren mit den dazu gehörigen Konnektiven und Kommissuren. Eine Labialkommissur ist wie bei den meisten Diotocardiern vorhanden. Gesonderte Visceralganglien kommen nicht vor, dagegen haben wir ein Paar Labial- und ein Paar Buccalganglien.

Die Cerebralganglien sind spindelförmige Verdickungen, die nach vorn in die besonders lange Cerebralkommissur übergehen und nach hinten die Cerebropleural- und darunter die Cerebropedalkommissuren abgeben. Von jedem Ganglion treten sechs Nerven ab. Die untere Fläche verlassen hintereinander zwei starke Nerven, die die Hinterlippen und die unteren Teile des Vorderkopfes versorgen, aus der oberen und äußeren Fläche tritt der starke Fühlernerv; dann finden wir zwei kleinere Nerven, von denen der vordere in die Basis des Fühlers tritt, der zweite direkt nach dem Auge läuft. Ich konnte ihn aber leider nicht bis ins Auge selbst verfolgen. Endlich aus der oberen und inneren Fläche tritt ein Nerv, der den oberen Teil des Vorderkopfes versorgt.

Die Labialkommissur entspringt der inneren Fläche ungefähr in derselben Transversalebene, in welcher der Fühlernerv liegt, und schwillt schnell zu einem Paar großer, zusammengewachsener Labialganglien an. Die beiden Hälften korrespondieren offenbar mit dem „inneren Abschnitt der Cerebralganglions", den Haller bei Scutellina und Lottia beschrieben hat. Da er angiebt, daß bei diesen Gattungen der innere Abschnitt mit dem Ganglion „verwachsen und mit ihm nicht etwa bloß durch eine Kommissur verbunden ist", habe ich diesen Punkt bei Acmaea besonders sorgfältig untersucht. Der Konservierung wegen habe ich überhaupt nur äußerst selten Ganglienzellkörper konstatieren können; deren Kerne dagegen sind immer klar und unzweideutig. Solche Kerne habe ich nie in der Strecke zwischen Cerebral- und Labialganglion beobachtet, ich erkläre diese daher als Konnektiv. Dagegen sind beide Labialganglien durch eine Strecke verbunden, worin Ganglienzellkerne, wenn auch äußerst sparsam, zu Tage treten. Acmaea stimmt daher darin mit den meisten Diotocardiern überein, daß eine echte Labialkommissur vorhanden ist.

Was die Nerven der Labialganglien anbetrifft, so entsendet jedes von seiner vorderen Fläche zwei die Hinterlippe derselben Seite versorgende Zweige, und von seiner hinteren Fläche ein

Konnektiv, das, die Pharyngealmuskeln durchbohrend, den Pharynx umfaßt und in ein langes, seitlich von der Oesophagealfurche liegendes Buccalganglion (Taf. XVII, Fig. 8) [das Haller'sche vordere Eingeweideganglion] hineintritt. Der Eintrittsstelle gegenüber entsendet jedes Buccalganglion einen kleinen Ast, der die Wand der Furche besorgt und darin eine kleine Strecke nach hinten läuft; nach vorn giebt er einen den vorderen Kopfteil versorgenden Ast ab. Nach hinten gelangt das Ganglion nach und nach in die Furchenwand, und endlich wird es mit dem der anderen Seite zugehörigen durch eine Kommissur verbunden.

Die Cerebralkommissur giebt, soweit ich gesehen habe, keine Nerven ab.

Die Pleuralganglien stehen mit den Cerebralganglien durch die Cerebropleuralkonnektive in Zusammenhang. Diese bestehen fast ausschließlich aus Fasern, obgleich hie und da vereinzelte Ganglienzellen vorkommen. Nach hinten gehen sie, indem sie allmählich von Ganglienzellen bekleidet werden, in die Ganglien über. Das rechte Pleuralganglion (Taf. XVII, Fig. 10) liegt weiter nach hinten als das linke und hat dadurch eine eigentümliche Lage, daß sein Hinterende nicht wie das Vorderende an die Leibeshöhle grenzt, sondern nach innen fast zur Mittellinie rückt und zwischen Oesophagus und Radulaende liegt. Die vorderen Teile dieses Ganglionpaares wachsen ventralwärts und gehen allmählich in die Pleuropedalkonnektive über, welche, da sie mit Ganglienzellen bekleidet sind, Markstränge darstellen müssen. In der Wirklichkeit ist die ganze aus Pleuralganglien, Pleuropedalkonnektiven, Pedalganglien und Pedalkommissur bestehende Masse viel mehr mit einem kontinuierlichen, stellenweise etwas angeschwollenen Ganglienband zu vergleichen als mit einer Reihe zusammen verbundener Ganglien. Was das Hinterende der Pleuralganglien anbetrifft, so gehen diese in die gleichfalls mit Ganglienzellen überzogene Visceralkommissur über. Die von diesen Ganglien entstehenden Nerven sind entweder ihrer zwei oder drei und liegen im Mantel. Einer (der vordere Mantelnerv) zieht sich nach vorn, indem er auch Aeste an den den Mantelrand umgebenden Ringnerv abgiebt, und geht endlich selbst in diesem Ringnerven verloren. Den hinteren Teil des Mantels habe ich bei 3 Exemplaren durch zwei, bei 2 Exemplaren dagegen nur durch einen Nerven versorgt gefunden. Wo zwei vorhanden sind, entspringt der erste (der äußere Hintermantelnerv) gemeinsam entweder mit dem vorderen oder mit dem zweiten hinteren, läuft lateralwärts und nach hinten, giebt

einen Ast an den Mantelringnerven ab und versenkt sich endlich darin. Der zweite (der innere Hintermantelnerv) entspringt etwas hinter dem vorderen, nimmt seinen Weg, ohne Aeste abzugeben, bis zum hinteren Mantelteil, innerviert diesen und geht dann in den Mantelringnerven hinein. Wo nur ein Hintermantelnerv vorhanden ist, nimmt er seinen Ursprung gemeinsam mit dem vorderen und läuft, indem er Aeste abgiebt, lateralwärts und nach hinten bis an den Mantelringnerven.

Andere Aeste des Pleuralganglions habe ich nicht gesehen, wodurch ich aber keineswegs die Möglichkeit in Abrede stellen will, daß solche wie bei anderen Diotocardiern in Wirklichkeit vorkommen.

Der Mantelrand ist durch einen an der Basis der Drüsenzone angelegten und diese durch zahlreiche Nervenzweige versorgenden Ringnerv innerviert.

Die Lage der Visceralkommissur ist sehr variabel. Ich beschreibe sie zuerst, wie ich sie bei den meisten der von mir untersuchten Exemplare gefunden habe. Die Kommissur entspringt der dorsalen Seite des rechten Pleuralganglions (Taf. XVII, Fig. 10), biegt lateralwärts um dasselbe herum und läuft unter dem Oesophagus und zwischen dem Radulaende und der Zunge bis zum linken Pleuralganglion. Eine Kreuzung aber findet nicht statt. Dagegen habe ich Andeutungen von Verwachsung bei verschiedenen Exemplaren bemerkt. Nur in einem Falle ist es mir gelungen, eine deutliche Kreuzung zu konstatieren. Es entspringt hier die Kommissur (Taf. XVII, Fig. 9) am inneren und unteren Teil des rechten Ganglions, läuft dann dorsalwärts und biegt nach außen und unten, bildet also eine innen vom Ganglion liegende Schlinge und zieht sich endlich unter dem Oesophagus zum linken Pleuralganglion. Es hat offenbar bei dem früher beschriebenen Zustand eine teilweise Verschiebung der Kommissur nach außen, resp. eine partielle Umdrehung des rechten Pleuralganglions stattgefunden.

Wie schon erwähnt, enthält die Kommissur Ganglienzellkerne, die in deren linker Hälfte besonders zahlreich sind. Diese Partie stellt wahrscheinlich das Visceralganglion dar, das bekanntlich bei Diotocardiern nicht zur Sonderung kommt; davon entspringende Nerven habe ich nicht konstatieren können. Dem die Schlinge bildenden Teil der Kommissur entspringen dagegen zwei starke Nerven; der eine fängt als Markstrang an, verliert aber rasch den meisten Teil der Ganglienzellen, zieht sich über den Oesophagus, gelangt in die zwischen Herz und Darmkanal liegenden Muskeln und schwillt dort zu einem den Kiemennerven abgebenden Ganglion an,

das gerade an der Basis des linken Osphradiums liegt und dieses wahrscheinlich versorgt; der zweite von der Schlinge entspringende Nerv schwillt alsbald zu einem kleinen Ganglion an, aus dessen Vorderende ein sehr dicker Nerv tritt, dessen weiterer Verlauf mir leider unbekannt geblieben ist, und ferner ein weniger dicker, der seine Richtung nach dem rechten Osphradium nimmt. Da ich diesen Nerven bis in die unter dem rechten Osphradium liegenden Muskeln, zwar nicht bis an dessen Basis, verfolgt habe, so zweifle ich dennoch nicht daran, daß es sich hier um den rechten Osphradialnerven handelt.

Der Kiemennerv, das schon beschriebene Ganglion verlassend, läuft in der dem Pericard unterliegenden Wand nach vorn, giebt in der Nähe des vorderen Herzendes einen direkt nach vorn laufenden Ast ab, biegt dann nach rechts und hinten und läuft über den Pharynx, bis er in die Basis der Kieme gelangt, wo er wieder eine Biegung nach vorn macht, sich der linken Kiemenseite bis zu deren Spitze entlang zieht und nach einer weiteren Umbiegung der rechten Seite entlang läuft. Wie er dort endigt, ist mir unbekannt geblieben.

Die Pedalganglien liegen dicht unter den Pleuralganglien und sind durch längere Konnektive mit den Cerebralganglien verbunden. Die Pleuropedalkonnektive und die Pedalkommissur sind, wie schon erwähnt, kurz und dick und sehen fast wie bloße Fortsätze des Ganglions aus. Nach hinten gehen die Pedalganglien allmählich in die Pedalstränge über. Diese durchziehen den Fuß, nach innen und außen Aeste abgebend. Querkommissuren der Pedalstränge sind nur am hinteren Körperende vorhanden, und zwar giebt es deren zwei; die vordere ist etwas stärker als die hintere.

Ein Subradularganglion habe ich nicht gefunden.

Ueber die Histologie des Nervensystems war fast nichts zu konstatieren. Kerne allein waren in der Regel gut konserviert Deren gab es zweierlei: eine große, runde Art, mit in Hämalaun blaß sich färbendem Inhalt, deutlichen Kernkörperchen und meistens peripherisch angeordneten Chromatinkörnern, und eine etwas kleinere runde oder ovale Art, deren Inhalt sich dunkler färbt und deren Chromatinkörner unregelmäßig angeordnet sind; das Kernkörperchen war mitunter nicht deutlich zu unterscheiden. Es ist mir bei einem Exemplar gelungen, das konstatieren zu können, was schon durch Ueberlegung und durch Vergleich mit den Abbildungen der Autoren, die sich damit beschäftigt haben, vorauszusetzen war, daß nämlich die großen, in den Ganglien

überhaupt viel zahlreicher vorkommenden Kerne den Ganglienzellen angehören, die kleineren dagegen, wenigstens teilweise, der Neuroglia. Mein Material war nicht dazu geeignet, um zu bestimmen, ob mehr als eine Art der kleineren Kerne vorhanden ist, und welche in einem solchen Falle den Neurogliazellen angehören.

Sinnesorgane. Die Sinnesorgane sind Augen, Osphradien, Fühler und Gehörbläschen.

Das Sehorgan (Taf. XIX, Fig. 24) liegt auf der oberen Seite der Fühlerbasis, wölbt sich etwas über diese Fläche hervor und zwar so, daß das gewöhnliche Epithel umgebogen wird, ehe es in das Retinaepithel übergeht. Das Auge bildet eine tiefe, aber schmale Grube, deren Wände aus den bekannten zwei Zellenarten, den hellen und den pigmentierten, bestehen, während deren Höhlung fast oder ganz von einer dicken, cuticulaartigen Substanz erfüllt ist. Die pigmentierten Zellen haben länglich-ovale Kerne, die pigmentfreien dagegen runde; beiderlei Arten liegen in derselben Zellebene. Bei einem Exemplar habe ich das Pigment durch die ganze plasmatische Partie zerstreut gefunden; es umgiebt den Kern und dringt sogar bis in den tieferen dem Kern unterliegenden Teil hinein. Bei einem anderen Exemplar dagegen habe ich es nur in der oberen Gegend getroffen. Es ist daher wahrscheinlich, daß in gewissem, wenn auch nur in sehr niedrigem, Grad eine Pigmentwanderung, wie sie schon bei Cephalopoden festgestellt ist, auch bei Acmaea stattfindet. Ich habe aber nicht feststellen können, daß die äußere d. h. die der Augenhöhle zugekehrte Fläche dadurch von Pigment einigermaßen befreit würde; es scheint vielmehr, daß hier das erste fast noch bedeutungslose Stadium vor uns liegt, das aber bei weitergehender Entwickelung eine bedeutende Leistungsfähigkeit hat. Die cuticulaähnliche Schicht stellt augenscheinlich eine Reihe Stäbchen dar; sie ist von Linien durchzogen, die wahrscheinlich den Zellgrenzen entsprechen, ich habe aber versäumt, deren Beziehungen genau zu untersuchen. Die von den Zellen umgebene Höhlung hat bei verschiedenen Exemplaren eine variable Größe; in einem Falle war der Durchmesser 12 μ, in einem anderen knapp $1\,^1/_2$ μ, in einem dritten Falle war sie überhaupt nicht zu konstatieren. Bei dem in 10 μ dicken Längsschnitten vorliegenden Objekt ist es leicht möglich, daß der enge Raum auch hier dennoch vorhanden war. Wo das Pigment im unteren Zellteil, also in Dunkelstellung, lag, war die Oeffnung eng; wo das Pigment nach oben gelangt war, fand sich eine breite Oeffnung. Die Dicke der Cuticula sowie die Länge der Zellen scheinen bei diesen

Variationen unverändert zu bleiben; doch da ich zum Vergleich für ein Stadium (Dunkelstellung) Längsschnitte, für das andere Querschnitte, die etwas schief waren, benutzen mußte, kann ich mich nicht mit absoluter Sicherheit ausdrücken. Wenn jedoch dieser Fall zutrifft, so sind diese Verhältnisse vielleicht dadurch zu erklären, daß durch Teilnahme der umgebenden Gewebe die Augengrube in Anpassung an die Lichtstärke erweitert bezw. verengt ist. Die Möglichkeit ist aber nicht ausgeschlossen, daß die Variationen sich auf verschiedene Altersstadien beziehen oder sogar, was übrigens nicht sehr wahrscheinlich ist, künstlich bei der Fixierung hervorgebracht wurden.

Die Osphradien sind zwei cylindrische, im Hintergrund der Mantelhöhle liegende Papillen, wovon die linke, die fast 140 μ in der Länge und 40 μ im Durchmesser mißt, ungefähr 2 mal so lang ist wie die rechte. Die linke liegt seitlich dicht unter dem Vorhof; die Anheftungsstelle ist fast in derselben Querebene wie der linke Otocyst. Das rechte Osphradium ist dem linken gleich gegenüber und ist unter dem hinteren Teil der mächtigen Nephridialpapille der Körperwand angewachsen.

Was die Histologie anbetrifft, besteht jede Papille aus einer Masse, worin der Konservierung wegen nur Kerne deutlich zu konstatieren waren, und zwar deren zweierlei Arten: kleine Bindegewebskerne und größere mit Ganglienkernen in Größe, Färbung und Chromatinanordnung übereinstimmende, die ich daher für Ganglienkerne halte. Obgleich sie gegen das freie Ende zahlreicher sind als in der nächsten Nähe der Basis, habe ich sie nie ganz fehlend gefunden. Ich habe oft Erscheinungen getroffen, als ob die Papille von Blutsinus durchbohrt wäre, wie dies bei Patella der Fall ist, doch darf ich mich nicht mit Sicherheit darüber aussprechen. Auf der Oberfläche ist eine dünne, vereinzelte Kerne enthaltende Lamelle, die offenbar ein Epithel darstellt, obgleich Zellgrenzen nicht zu konstatieren waren. Wir haben es bei Acmaea fragilis mit einem Osphradium zu thun, bei welchem alle von Bernard bei Acmaea (Tectura), Pileopsis und Fontainesi beschriebenen Eigentümlichkeiten weiter fortgeschritten sind. Der „bourrelet“ ist zur länglichen Papille geworden, das Epithel ist dünner, die Ganglienzellen sind überall verbreitet. Mittels dieser Zwischenstufe kann man den Zusammenhang mit anderen Formen leicht begreifen.

Die Fühler sitzen bekanntlich auf dem hinteren Teil des Kopfes und zwar auf dessen Seiten. Sie stellen je eine längliche,

kegelige Papille dar, die im kontrahierten Zustand ungefähr $^1/_{30}$ der Länge des Tieres erreicht.

Was die Gewebsbestandteile anbetrifft, so besteht der Fühler hauptsächlich aus Bindegewebe und darin eingebetteten, längs-, radiär- und schieflaufenden Muskelfasern. Er ist von einem niedrig-cylindrischen Epithel überzogen, dessen tiefsitzende Kerne im ausgedehnten Zustand des Fühlers rund sind, dagegen eine länglich-ovale Form besitzen in solchen Teilen, die kontrahiert sind. Die Zellen hauptsächlich des hinteren, im ausgestreckten Zustand oberen Teiles, also der in gewöhnlichen Verhältnissen dem Lichte zugekehrten Partie sind dicht mit schwarzen Pigmentkörnchen beladen. Gegen das freie Ende des Fühlers sind die anderen Gewebe so angeordnet, daß eine Reihe von aus längslaufenden Fasern bestehenden Muskelbündeln dicht unter dem Epithel liegt, worauf eine Reihe Nerven folgt, die aus dem sich schnell verzweigenden Fühlernerven entspringen, während die Achse des Organes aus Bindegewebe besteht. Im basalen Teil dagegen liegen die Nervenzweige in der Achse und um diese rings herum das von Muskelfasern durchzogene Bindegewebe.

Die Gehörbläschen liegen der Innenseite der Pleuralganglien dicht an; die Gehörnerven dagegen nehmen dem Anschein nach ihren Ursprung von den Pedalganglien; ob sie in Wirklichkeit von den Cerebralganglien herkommen, habe ich nicht untersucht. Der Otocyst stellt ein geschlossenes Bläschen dar, dessen Wand sowohl wie auch der Gehörnerv äußerlich von glatten Muskelfasern umgeben ist, während deren Innenfläche von einem kubischen Epithel bedeckt ist, in welchem es unmöglich war, Wimperzellen und Sinneszellen zu unterscheiden. Die Gehörsteinchen sind sehr zahlreich — ich habe deren Zahl auf einem Schnitt auf mehr als 100 berechnet — und nehmen in Hämalaun ein brillantes Blau an. Bei einem Exemplar war in jedem Gehörstein ein kleines, dunkles Fleckchen, dessen Größe ungefähr ein Viertel von der des betreffenden Gehörsteines betrug. Bei einem anderen Tier waren gelegentlich große, fast das ganze Lumen ausfüllende Blasen in den Otolithen zu konstatieren.

Darmkanal. Der Darmkanal fängt mit einer porenförmigen Mundöffnung an (Taf. XVII, Fig. 1), die von einer gekräuselten Lippe umgeben ist. Sie führt in die Mundhöhle (Taf. XVIII, Fig. 22) hinein, die vorn viel tiefer ist als hinten. Sie ist mit einem niedrigen, dem der Körperoberfläche sehr ähnlichen Epithel bekleidet (der schlechten Konservierung wegen nur stellenweise zu

konstatieren). Von der Mundhöhle führt eine Oeffnung von der Form eines Ankers in die Pharyngealhöhle, dessen gebogener Teil nach vorn liegt, während dessen gerader Teil nach hinten läuft. Somit ist diese Oeffnung von drei Partien begrenzt, einer vorderen und zwei seitlichen und hinteren, die ich als Hinterlippen bezeichnen werde. Der vordere Begrenzungsteil ist der Kiefer, der auf einer dünnen aus Bindegewebe und Cylinderepithel bestehenden Lamelle getragen wird. Er besteht aus zwei Teilen, einem ersten, welcher der der Mundhöhle zugekehrten Seite der Lamelle dicht angeschmiegt ist, und einem zweiten, der in einer schmalen, tiefen Einstülpung der Lamelle liegt. Beide Teile werden distalwärts zu einem einzigen, der nach dem freien Rand abgeschrägt ist. Seitlich wächst der Kiefer mit den Hinterlippen zusammen, so daß die äußere Partie auf den Hinterlippen liegt, während die Innere in denselben eingesenkt ist. Lateralwärts ist die proximale Kante des äußeren Teiles eingekrümmt, und dorsalwärts ist dasselbe beim inneren Teil der Fall. Wahrscheinlich ist diese Einrichtung dazu bestimmt, um den Muskeln bessere Haftstellen zu bieten.

Der Kiefer selbst besteht aus einem mit Eosin sich rot färbenden Material. Er ist von ziemlich regelmäßigen Querlinien durchzogen, die wahrscheinlich auf eine periodische Secernierung deuten.

Die Hinterlippen sind breit und hoch. Wenn die Ringlippe stark kontrahiert ist, sind sie verborgen, gewöhnlich aber treten sie frei zu Tage. Sie bestehen aus Bindegewebe, und zwar im oberen Teil aus zellig-blasigem Bindegewebe, und aus Muskeln, und sind mit Cylinderepithel ausgekleidet. Jede Hinterlippe trägt auf der der anderen zugekehrten Seite eine dicke Cuticula, die wahrscheinlich die Lippen bei der Reibung der Zunge vor Verletzung bewahrt.

Die Bewegungen der verschiedenen Teile des Darmkanales werden durch Muskelfasern vermittelt, die entweder einzeln im Bindegewebe zerstreut oder in Gruppen angeordnet sind. Die Gruppen habe ich, obgleich sie keineswegs scharf gesonderte Muskeln darstellen, im Interesse der Klarheit mit besonderen Namen belegt. Ich gehe zunächst auf eine Beschreibung der Lippenmuskeln ein.

Die Bewegungen der Lippen werden teils durch vereinzelte Fasern, teils durch Fasergruppen verursacht. Vereinzelte Fasern giebt es zweierlei: solche, die mehr oder weniger kreisförmig um die Ringlippe herum angeordnet sind und ihre Zusammenziehung

bewirken, und solche, die schräg von der Kopfwand nach unten und innen verlaufen und die Erweiterung der Ringlippe bewerkstelligen. Fasergruppen sind vier: 1) Protraktor des Kiefers (*Pk* Fig. 22), dessen Fasern von der Ringlippe bis zur Basis des inneren Kieferabschnittes laufen und entweder den Kiefer hervorstrecken oder die Lippe abkürzen können; 2) Protraktoren der Zunge (*Pz* Fig. 22), die von der Ringlippe nach oben und hinten bis zum Hinterende (den Flügeln) der größeren Zungenknorpelstücke laufen und entweder die Abkürzung der Lippe oder die Hervorstülpung der Zunge bewerkstelligen können; 3) Retraktoren der Hinterlippen (*Rhl* Fig. 22), die sich von diesen bis zu den Flügeln der Knorpelstücke ziehen; 4) laterale Retraktoren der Hinterlippen (*Lrhl* Fig. 22), die sich von den seitlichen Teilen des äußeren Kieferabschnittes nach innen bis zur Innenwand der Hinterlippen erstrecken, und deren Kontraktion diese lateralwärts ziehen würden. Ich habe keine Muskeln gefunden, die diesen entgegenwirken, und es scheint in der Natur der Sache unmöglich, daß solche vorhanden sind. Vielleicht sind sie durch die Elasticität der in den Lippen enthaltenen Flüssigkeiten ersetzt.

Der Kiefer liegt gewöhnlich etwas schräg im Munde; er scheint fünf Bewegungen ausführen zu können: aufstellen, niederlegen, hervor- und zurückziehen und endlich eine sägende Bewegung. Vermittelt werden diese Bewegungen zum Teil durch die Körpermuskulatur, zum Teil durch besondere Fasergruppen. Die Einrichtungen der Körpermuskulatur sind folgende: Die Basis des inneren Kieferabschnittes ist in der dorsalen Längsmuskulatur eingesenkt. Eine Kontraktion der vorderen, dem gebogenen Teil des Kopfes angehörigen Partie würde denselben hervorziehen, während die der hinteren Partie ihn zurückziehen würde. Eine mäßige Kontraktion der hinteren Partie zur Zeit, wo der vordere Teil auch kontrahiert ist, würde ihn aufrecht machen. Andere Bewegungen werden durch die folgenden Fasergruppen verursacht: 1) Depressoren des Kiefers, Fasern, die sich von der oberen und äußeren Oberfläche des inneren Kieferabschnittes seitlich bis zur Körperwand ziehen; 2) Sägemuskeln des Kiefers (*Sa* Fig. 21), zwei kräftige Fasergruppen, die von den Hinterenden beider Kieferabschnitte bis zu den Flügeln der größeren Knorpelstücke laufen, und deren alternierende Kontraktion eine sägende Bewegung des Kiefers hervorrufen könnte. Nach innen gehen sie in die Retraktoren der Hinterlippen und die Retraktoren der Zunge über.

Die Pharyngealhöhle reicht bis zur dorsalen Körperwand

hinauf; auf der hinteren (ventralen) Seite entstehen zwei Einstülpungen, eine größere obere, die Radulatasche, und eine kleinere, unter der Zunge liegende, die wahrscheinlich als Einrichtung zu deren Hervorstülpung anzusehen ist. Auf der vorderen (dorsalen) Seite der Pharyngealhöhle, der Zunge gegenüber, entsteht eine seichte, mit hohen, cilientragenden Epithelzellen ausgekleidete Furche, deren oberer Teil mit lateralen Ausbuchtungen versehen ist, und die die erste Andeutung des Oesophagus darstellt. Die übrigen Partien der Pharyngealhöhle sind mit einem niedrigen Epithel bedeckt, in dem zahlreiche Schleimzellen vorkommen. Etwas hinter dem Anfang der Furche erleidet dieses Epithel an zwei rechts und links von der Furche liegenden Stellen eine Veränderung, indem die gewöhnlichen Zellen durch andere ersetzt sind, die eine größere Höhe aufweisen und einen länglich-ovalen Kern besitzen, während das cuticulalose, freie Ende in einen oder mehrere pseudopodienähnliche Zapfen ausgezogen ist (Taf. XVII, Fig. 13). Da dieses Ende oft ein helles Bläschen enthält, sind die Fortsätze vielleicht durch Entleerung eines Sekretes entstanden. — Die solches Epithel tragenden Stellen werden sofort eingestülpt (Taf. XVII, Fig. 4a), und während die seitlichen Furchenwände sich verkürzen und sich nach innen krümmen, biegen sich auch die lateralen Ränder der beiden Einbuchtungen gegen einander und wachsen endlich unter der Furche zusammen (Taf. XVII, Fig. 4). Hierdurch entsteht ein geschlossener Kanal, der durch zwei seitliche Falten in zwei zusammenhängende Räume dorsal und ventral geteilt ist; der dorsale Teil hat einen einfachen Umriß und ist mit Flimmerepithel bedeckt, während der ventrale in unregelmäßige, seitliche Ausbuchtungen übergeht und mit dem schon beschriebenen eigentümlichen Epithel versehen ist, welches insofern eine Veränderung erlitten hat, als die freien Enden abgerundet oder zugespitzt und die Kerne rund sind. Dieses Epithel ist offenbar sekretorischer Natur, einige mit Sekret erfüllte Zellen ragen weit hervor und sind übrigens dadurch gekennzeichnet, daß die freie Oberfläche einen deutlich gestreiften, mit Hämalaun sich sehr intensiv färbenden Saum besitzt, was bei den übrigen Zellen kaum oder gar nicht zu beobachten ist. Den Uebergang von der einen Art sekretorischen Epithels zur anderen habe ich aufzusuchen versäumt. Ich habe natürlich daran gedacht, daß zwei Paar mit verschiedenartigem Epithel versehene Ausbuchtungen vorhanden sind. Leider ist es mir nicht gelungen, diese Darmpartie herauszuprä-

parieren, an Sagittalschnitten habe ich mich aber überzeugt, daß dies nicht der Fall ist.

Was die Pharyngealhöhle anbetrifft, so bildet ihre Dorsalfläche, gleich nachdem der Oesophagus entstanden ist, zwei parallele, der Radula gegenüberliegende Längsfalten, wodurch eine mediane Rinne von zwei seitlichen Taschen (*Bt* Taf. XVIII, Fig. 21, 22) teilweise abgeschlossen ist, welche, indem die Radulatasche sich nach hinten der dorsalen Pharyngealwand immer annähert und endlich anliegt, allmählich völlig abgeschlossen werden. Sie sind offenbar den bei Patella vorhandenen und von Wegmann beschriebenen „poches latérales" homolog. Nur sind sie bei Acmaea wahrscheinlich nicht so umfangreich wie bei Patella. Wo sie am breitesten sind, erreichen sie je ungefähr ein Viertel der ganzen Zungenbreite, nach hinten endigen sie ganz wenig früher als die größeren Knorpelstücke.

Der Epithelbeleg dieser Taschen ist in verschiedenen Gegenden sehr ungleich. In der Nähe der Furche trägt die dorsale Wand ein Polster ungefähr 20 μ hoher, mit länglich-ovalen, chromatinarmen, basalständigen Kernen versehener Zellen, worunter gelegentlich auch Schleimzellen vorkommen. Dieses Epithel geht allmählich in ein sehr niedriges, kaum wahrzunehmendes, die übrigen Dorsalgegenden bedeckendes Pflasterepithel über. Die Unterfläche ist von 10—12 μ hohen Zellen bedeckt, die den erst beschriebenen sehr ähnlich sind, sich aber dadurch unterscheiden, daß sie eine starke, in die Radulamembran übergehende Cuticula secernieren.

Was den weiteren Verlauf des Oesophagus anbetrifft, so zieht er, der Pharyngealhöhle dicht anliegend, der Zunge entlang, biegt hinter ihr ventralwärts und erweitert sich in einen im ausgedehnten Zustand einen großen Teil der Dicke und Weite des Eingeweidesackes in Anspruch nehmenden Sack, der hinten mittelst einer mit Klappen versehenen Oeffnung mit dem Magendarm kommuniziert. Da die Speicheldrüsen, wie unten ausführlicher beschrieben wird, in den Anfangsteil der Furche münden, ist die ganze Strecke vom Beginn der Furche bis zur Magendarmöffnung als Oesophagus zu erklären. Die schon erwähnten lateralen Falten ändern allmählich ihre Lage (Taf. XVII, Fig. 4), indem die rechte sich ventralwärts verschiebt, während die linke durch laterale und ventrale Verschiebung, bezw. durch Verwachsung des freien Endes und Auflösung der früheren Anhaltslinie sich auf die ventrale Fläche und zwar links von der ursprünglichen, linken Falte legt. Dadurch entstehen eine tiefe, zuerst etwas links liegende, mit Flimmer-

epithel ausgekleidete ventrale Rinne und ein Paar mit dem schon beschriebenen, eigenartigen Epithel versehene, laterale Taschen, deren Oberfläche dadurch vergrößert wird, daß die Wände mit seitlichen, hintereinander liegenden Vorsprüngen versehen sind. Diese Taschen sind weiter dadurch getrennt, daß eine dritte, zuerst rechts und ventral liegende, ebenfalls mit Flimmerepithel überzogene Falte zu Tage tritt, die sich allmählich, während das freie Ende sich gabelt, nach rechts und oben verschiebt, bis sie endlich in der dorsalen Mittellinie liegt. Alle Falten finden ihrer großen Höhe wegen, wenn der Oesophagus in kontrahiertem Zustand ist, in dessen Lumen nur dadurch Platz, daß ihre Ränder sich aufrollen, was den Querschnitten ein ganz eigenartiges Aussehen verleiht. Nach hinten in der Nähe des Magendarmes verschwindet allmählich das eigenartige Epithel, indem die Falten durch allmähliche Erniedrigung und basale Ausbreitung das ganze Lumen in Anspruch nehmen. Der letzte Oesophagusabschnitt ist daher durchaus mit Flimmerepithel bekleidet und von Längsfalten durchzogen, deren Enden frei in den Magendarm hineinragen und als Klappen funktionieren.

Der Magendarm ist durch die Anwesenheit des in seinen vorderen Teil einmündenden Leberganges gekennzeichnet. Er bildet ein weites Rohr, welches sich allmählich in den Dünndarm verengt und $3\,^1/_2$ vollständige Windungen macht (Taf. XVII, Fig. 3). Der letzte Abschnitt läuft fast direkt nach vorn, um durch den After auf der Endpapille zu münden; außerdem ist er durch die Anwesenheit einer ventralen und einer dorsalen, bezw. lateralen Längsfalte gekennzeichnet. Die Anordnung der Schlingen und die Lage des Darmes überhaupt ist bei verschiedenen Exemplaren eine mehr oder weniger wechselnde und ist vermutlich von der Entwickelung der Gonaden abhängig. Das Tier ist wahrscheinlich Pflanzenfresser, wenigstens waren im Darmtraktus Ueberreste zu beobachten, die Herr Prof. LANG als Pflanzenzellen deutete; mit dieser Lebensweise steht die große Länge des Darmes im Einklang.

Das den Darm bekleidende Epithel scheint mit Ausnahme des schon beschriebenen, die lateralen Oesophagusteile bekleidenden durchaus denselben Charakter zu besitzen. In der Oesophagusfurche sind die Flimmerzellen (Taf. XVII, Fig. 15) gleichmäßig hoch, mit einer deutlichen und breiten Cuticula, langen Cilien und etwas ovalen Kernen versehen. In den übrigen Darmabschnitten und besonders im Magendarm ist die Höhe eine sehr variable, bald vier- oder fünfmal so groß wie die Breite, bald diese kaum über-

treffend. Da aber die verschiedenen Formen sich nebeneinander befinden, nehme ich an, daß sie nur durch verschiedene Kontraktionszustände hervorgerufen sind. Deutliche Cilien habe ich nur im Oesophagus, im Anfang des Magendarmes und im Enddarm gesehen, doch sind die anderen Partien so dicht mit Nahrung resp. Sekret erfüllt, daß auch da Cilien vorhanden sein können, ohne aufzufallen. Auch habe ich stellenweise in verschiedenen Regionen Erscheinungen bemerkt, die ich als Cilienreste zu deuten geneigt bin, ohne mich mit Sicherheit darüber aussprechen zu wollen. Endlich ist beim freien Zellsaum nicht immer die scharfe Doppelkonturierung einer Cuticula zu konstatieren. Da aber solche Zellen in unmittelbarer Nähe jener mit deutlich hervortretenden Cuticulalinien sich finden, so schreibe ich diesem Epithel allgemein eine Cuticula zu.

Kehren wir zur Radula und Zunge zurück. Das freie, hervorragende Zungenende ist im Querschnitt dreieckig, und dessen untere Kante ragt tief in den sich zwischen den Hinterlippen befindenden Spalt hinein. Die Zunge überhaupt besteht fast ausschließlich aus Knorpeln und Muskeln. Es sind zwei Paar Knorpelstücke, ein größeres und ein kleineres, deren Form man am besten durch die Abbildungen versteht (Taf. XVIII, Fig. 19a—d, 21, 22). Es ist zu bemerken, daß die größeren Stücke sich nach hinten verengen und dann wieder anschwellen. Diesen angeschwollenen Teil nenne ich den Flügel. Er dient hauptsächlich als Befestigungsstelle für die Muskeln. Das Knorpelgewebe bespreche ich unten; vorher sind noch zwei in den größeren Knorpelstücken vorkommende Modifikationen der Zellen zu erwähnen. Erstens sind einige Zellen viel kleiner als die übrigen, sie sind in einer längslaufenden Linie angeordnet und scheinen die Bestimmung zu haben, den Knorpel gegen die ventralen von vorn nach hinten laufenden Muskeln zu verstärken, da sie, wie ich meine, in der Richtung der größten Spannung liegen. Zweitens sind die vorderen Zellen der größeren Knorpelstücke mit viel dickeren Wänden ausgestattet als die hinten liegenden. Möglicherweise sind sie dazu bestimmt, dem Vorderende der Zunge eine besondere Elasticität zu verleihen.

Die größeren Knorpelstücke sind durch Gewebe verbunden, welches vorn wie zellig-blasiges Bindegewebe aussieht, während es nach hinten allmählich in einen lockeren Knorpel übergeht, und welches das abgerundete Vorderende des Zungenskeletts bildet. Nach vorn bildet es den Boden eines tiefen, etwas viereckigen Kanals (Taf. XVIII, Fig. 21), dessen Wände durch die größeren

Knorpelstücke und dessen Decke, wenigstens in meinen Schnitten, durch die Radulamembran gebaut sind. In anderen Kontraktionszuständen biegt sich die Membran aber wahrscheinlich in diesen Raum hinein, welcher dann als dorsale Furche der Zunge entlang sich erstrecken würde. Nach hinten würde die Furche allmählich abgeflacht, bis sie endlich verschwindet.

Die Bewegungen der Zunge sind, wenn man nach der Anordnung der Muskeln urteilen darf, dreierlei: Hervorstülpung und Zurückziehen der ganzen Zunge; Verschieben der Radula nach vorn und nach hinten; Zusammenschiebung und Auseinanderweichen der einzelnen Knorpelstücke. Diese Bewegungen werden durch Fasergruppen bewirkt, die ziemlich kompliziert sind und die ich zuerst zur allgemeinen Orientierung beschreiben will.

Die Knorpelstücke sind in eine große Masse teils radiärer, teils ringförmiger, teils dorsoventral laufender Muskelfasern eingebettet, worunter sich eine zweite Masse Längsfasern befindet, die hinter den Flügeln der größeren Knorpelstücke angeheftet sind (Taf. XVII, Fig. 21, 22). Diese zweite Masse dient dazu, die Zunge hervorzustülpen, die Hinterlippen zurückzuziehen, die Radula nach vorn zu ziehen und die schon beschriebene, sägende Bewegung des Kiefers zu bewerkstelligen. Die erste Masse hat den Zweck, die Knorpelstücke aneinander zu verschieben, die Radula zurückzuziehen und sie angespannt zu halten. Die nähere Beschreibung der einzelnen Fasermassen ist folgende:

Protraktion wird durch zwei verschiedene Einrichtungen vermittelt: 1) durch die Protraktoren der Zunge (*Ps* Fig. 22), die schon oben beschrieben worden sind; 2) durch den Kontraktor des Pharynx (*Cp* Fig. 21), eine Gruppe Ringfasern, die hinter dem Mund den Pharynx umgiebt. Es ist noch zu bemerken, daß die Protraktoren der Zunge, da sie nur an deren unteren und hinteren Teil angeheftet sind, die Spitze derselben nicht nur vorwärts bewegen, sondern auch aufwärts drehen können. Was die Retraktoren anbetrifft, so habe ich mich vergebens bemüht, solche zu finden; wahrscheinlich wird das Zurückziehen durch die Elasticität der verschiedenen Kopfteile bewirkt.

Durch Abduktion und Adduktion der Knorpelpaare wird die Radulafurche mehr oder weniger tief; die Bewegungen werden durch drei Muskelpaare veranlaßt. Der vordere Abduktor der Zunge besteht aus Fasern, die sich einerseits den lateralen in der Gegend des Kiefers befindenden Teilen des Pharynx, andererseits den beiden Paaren der Knorpelstücke anheften (*Vas* Fig. 21). Während

die meisten der weiter nach hinten liegenden Fasern dieser Gruppe eine andere Richtung und eine andere Funktion haben, werden ihrer einige an den ventralen Teilen der beiden größeren Knorpelstücke befestigt und bilden dann den hinteren Abduktor der Zunge (*Hsa* Fig. 21). Der Adduktor der Zunge (*As* Fig. 21) besteht aus Fasern, die, die Mittellinie kreuzend, von den inneren und unteren Teilen des größeren Paares teils zu den inneren und oberen Partien der größeren Stücke, teils zu den inneren Teilen der kleineren Stücke sich ziehen. Nach hinten, wo die Furche seichter wird, werden die Fasern dieser Gruppe transversal, zahlreicher und kräftiger. Die Einrichtung ist wahrscheinlich dazu bestimmt, dem kräftigen Zug der den Flügeln der größeren Knorpelstücke angehefteten Muskeln Widerstand leisten zu können.

Das kleinere Knorpelstückpaar kann auch durch Protraktoren und Retraktoren nach vorn und nach hinten verschoben werden. Die Retraktoren sind einerseits an den oberen und äußeren Teilen der kleinen Stücke, andererseits an den Hinterenden der großen Stücke befestigt. Protraktion leisten einige Fasern der Protraktoren der Radula (*Pr* Fig. 22), die sich von den Vorderenden der kleinen Stücke, das Vorderende der Zunge umgebend, bis zu den Flügeln der größeren Stücke erstrecken.

Die Radulamuskeln bilden ein Paar Protraktoren, ein Paar Retraktoren und ein Paar Extensoren. Als Extensoren wirken die hinteren Fasern des vorderen Abduktor der Zunge (*Er* Fig. 22). Hinter dem Kiefer biegen sich die Fasern dieses Muskels nach oben um die Knorpelstücke herum, um an die Radulamembran angeheftet zu werden. Noch weiter hinten laufen die Fasern derselben Gruppe fast dorsoventral und bewerkstelligen, indem sie um den hinteren Teil der Zunge biegen und sich von der Radulamembran zu den Flügeln der größeren Knorpel ziehen, die Retraktion der Radula (*Rr* Fig. 22). Die Protraktoren (*Pr* Fig. 22) sind Fasern, die vom Vorderende der Radulamembran, das Vorderende der Zunge umgebend, bis zu den Flügeln laufen. Es ist zu bemerken, daß die Anwesenheit der Protraktoren und Retraktoren der Radula dafür zu sprechen scheint, daß die „chainsaw“ Bewegung der Radula, die Huxley bei einigen Heteropoden beschrieben hat, und die Geddes bei Patella sah, auch bei Acmaea vorkommt. Dagegen ist auch zu erwähnen, daß solche Muskeln auch bei Arten vorhanden sind, wo, nach Geddes, eine derartige Bewegung unmöglich ist.

Die Radula war in einem 11 mm langen Tier 25 mm lang,

also ungefähr 2 $^1/_3$ mal so lang wie das Tier selbst. Die Zähne (Taf. XVIII, Fig. 17, 18) sind ziemlich einfach angeordnet; sie sind der Radulamembran nicht fest angewachsen und fallen bei Maceration leicht weg. Es sind deren in jeder Reihe 4, die mittleren 2 sind einfach und besitzen etwa die Gestalt der Eckzähne eines Hundes, die lateralen tragen je einen stumpfen Fortsatz, der fast wie die Anlage eines dritten Zahnes aussieht. Was den Lauf der Radulatasche anbetrifft, verweise ich auf Taf. XVII, Fig. 3. Ihre Lage ist mehr oder weniger eine wechselnde und ist vermutlich von der Entwickelung der Gonaden etwas abhängig. Das freie Ende der Tasche ist kolbenartig angeschwollen und liegt der Zunge dicht an.

Die vorderen Speicheldrüsen (Taf. XVII, Fig. 3) sind ein Paar kleiner, ungefähr 2 $^1/_2$ mm langer, dem Vorderteil des Oesophagus dicht anliegender Schläuche, die genau am Anfang der Oesophagusfurche in die Pharyngealhöhle münden, und zwar fast an der Begrenzungslinie zwischen flimmertragendem und flimmerlosem Epithel. Sie sind im inaktiven Zustand mit einem niedrigen, ungefähr 5 μ hohen, mit runden Kernen versehenen Epithel ausgekleidet, in welchem Zellgrenzen überhaupt nicht zu konstatieren waren und welches sich in verschiedenen Regionen nur dadurch unterscheidet, daß es in der vorderen, wahrscheinlich als Ausführungsgang funktionierenden Partie in mit Hämalaun gefärbten Präparaten etwas blasser aussieht, und daß die in der hinteren Partie vorkommenden Zellen nur ausnahmsweise inaktiv erscheinen, dagegen gewöhnlich eine so angeschwollene, wahrscheinlich durch ein schleimartiges Sekret verursachte Form besitzen und dabei so sehr intensiv mit Hämalaun tingiert sind, daß keine Struktur wahrzunehmen ist.

Ein zweites Paar Speicheldrüsen fehlt, ist aber möglicherweise durch die schon beschriebenen Lateralabschnitte des Oesophagus ersetzt. In dieser Beziehung verweise ich auf die Verhältnisse bei Patella magellanica, wo, wie Haller erwähnt, das zweite Drüsenpaar „bloß als drüsige Ausbuchtungen der lateralen hinteren Munddarmwände vorhanden“ ist.

L e b e r. Die Leber ist eine zusammengesetzte, tubulöse Drüse, deren Läppchen dicht zusammengepreßt sind, dazwischen jedoch kleine Räume frei lassen, die offenbar als Bluträume funktionieren. Die den verschiedenen Läppchen angehörigen Gängchen vereinigen sich in der nächsten Nähe des Magendarmes in einen sehr kurzen, kaum wahrzunehmenden, mit keinem besonderen Epithel ausge-

kleideten Ausführungsgang, der in den Magendarm hineinleitet. Zu bemerken ist, daß dieser Gang sehr breit und mit keinen Klappenvorrichtungen versehen ist.

Es giebt zweierlei Leberzellen. Weitaus die häufigsten (Taf. XVII, Fig. 16 a) sind 30—50 μ hohe, schmale, sich mit Hämalaun schwach färbende Zellen, die einen runden, basalständigen Kern besitzen und oben ein helles Bläschen aufweisen, in dessen Centrum eine dichte Häufung kleiner Körnchen zu Tage tritt. Die meisten schienen maschenförmiges Protoplasma zu besitzen, nur hie und da war zu beobachten, daß diese Erscheinung durch die Anwesenheit zahlreicher kleiner Vakuolen hervorgerufen wurde. Der obere Teil bleibt von Vakuolen ganz frei, das Protoplasma ist dagegen fein granuliert, und da die Granulationen in Reihen angeordnet sind, entsteht eine Art Längsstreifung. Die freie Zelloberfläche ist mit kurzen Cilien bekleidet, die stellenweise, wahrscheinlich dadurch, daß sie durch Sekret oder so etwas zusammengeklebt sind, das Aussehen eines kontinuierlichen Saumes haben. Diese Zellen entsprechen unzweifelhaft den Barfurth'schen Leberzellen oder den Frenzel'schen Körnerzellen.

Die zweite Art Zellen (Taf. XVII, Fig. 16 b) ist viel seltene und fällt in mit Hämalaun gefärbten Schnitten durch besonders starke Tinktion sofort auf. Diese Zellen haben eine breite Basis, sind oben zugespitzt und besitzen einen in der Tiefe liegenden Kern, dessen chromatische Bestandteile oft in eine formlose, von einem hellen Vorhof umgebene Masse zusammengeschrumpft waren. Das Protoplasma ist stark granulös und enthält, soweit ich sehen konnte, keine besonderen Körper (wie Kalkkörnchen oder dergl.). Wie die Figuren beweisen, sind die Kerne etwas größer als bei der ersten Art. Ob die beiden Zellenarten nur verschiedene Entwickelungsstadien einer und derselben Form darstellen, habe ich nicht zu entscheiden gesucht.

Die Lebergänge sind mit einem der den Magendarm ausfüllenden Substanz ganz ähnlichen Material erfüllt, in dem ich stellenweise Partien beobachten konnte, die ich als Nahrungsreste aufgefaßt habe. Hat dies vielleicht zu bedeuten, daß bei Acmaea die Verdauung auch in den Lebergängen vor sich geht?

Blutgefäßsystem. Das Herz ist, wie bei Docoglossen überhaupt, nicht vom Darmkanal durchbohrt.

Das Pericardium (Taf. XVII, Fig. 2), wie schon erwähnt, liegt teilweise im Mantelhöhlendach, und zwar auf der linken Seite, dem Gehäusemuskel dicht angeschmiegt. Es bildet einen geräumigen,

die Form eines gleichschenkligen Dreieckes besitzenden Sack; seine laterale Seite stößt fest an das linke Ende des Gehäusemuskels, während der dieser Seite gegenüberliegende rechte Schenkel etwas über die Mittellinie des Körpers hineinragt. Die hintere Hälfte liegt hinter der Mantelhöhle und ist von der unterliegenden, primären Leibeshöhle begrenzt, während die Nephridiumspitze über dem hinteren Ende liegt und mit ihm durch einen seine dorsale Wand durchbohrenden Porus in Zusammenhang steht. Es entsteht auch vom Pericardium ein enger, 8—20 μ breiter, rechts liegender Kanal, welcher sich unter den Basalteil des Enddarmes erstreckt, um in unmittelbarer Nähe des Nephridiums blind zu endigen. Es ist mir nicht gelungen, überall ein Epithel mit Sicherheit zu konstatieren, doch glaube ich, daß ein dünnes solches vorhanden ist, welches wohl als Fortsetzung des dem Pericardium angehörigen anzusehen ist. In der Gegend der Pericardialöffnung ist ein solches jedenfalls vorhanden. Der Anfangsteil eines solchen Kanals bei Patella ist von v. Erlanger (22, Fig. 25 b) abgebildet, aber nicht beschrieben.

Der Vorhof füllt im ausgedehnten Zustand das Pericardium völlig aus und ist demzufolge auch dreieckig. Wenn er dagegen kontrahiert ist, wird die durch keine Gefäße festgehaltene linke Seite stark nach rechts hingezogen. Seine vordere Spitze erhält eine das in dem Mantel gesammelte Blut leitende Mantelvene, während dessen rechte Spitze das abführende Kiemengefäß empfängt. Der hinteren Partie seiner ventralen Fläche entlang liegt die lange, schmale Herzkammer, mit welcher der Vorhof durch eine enge Oeffnung kommuniziert. Das Hinterende reicht bis zur Hinterspitze des Pericardialraumes, um dort blind zu endigen. Ein zweiter Vorhof ist auch nicht spurweise vorhanden. Da allgemein angenommen wird, daß die erhaltene Kieme die ursprünglich [1]) rechte sei, ist es offenbar auch der ursprünglich linke Vorhof, welcher verschwunden ist.

Die Herzkammer ist ungefähr cylindrisch und der Hinterseite des Pericardiums angewachsen, zieht sich fast in einer Horizontalebene von dessen hinterer bis zu dessen rechter Spitze. Aus dem Hinterende tritt eine Genitalarterie, während das Vorderende eine große Arterie, die Aorta, abgiebt. Klappen in der zwischen Vor-

1) Alle Bezeichnungen „ursprünglich“ rechts oder links sind im gleichen Sinn gebraucht wie in Lang's „Lehrbuch der vergleichenden Anatomie“.

hof und Herzkammer liegenden Oeffnung habe ich nicht gefunden, doch meine ich ihre Anwesenheit dadurch nicht zu leugnen. Besonders hervorheben will ich, daß der Ventrikel nicht wie bei Patella aus zwei Abschnitten besteht, sondern eine ungeteilte Kammer bildet.

Die Wand des Vorhofs besteht aus Bindegewebe und verfilzten, in allen Richtungen verlaufenden Muskelfasern und Muskelbündeln; die Herzkammer dagegen besitzt ausschließlich oder fast ausschließlich Längsmuskelfasern. Die Fasern in beiden zeigen eine undeutliche Querstreifung.

Was die Arterien anbetrifft, so sind, wie schon gesagt, eine hintere Genitalarterie und eine vordere Aorta vorhanden. Die Aorta nimmt ihren Ursprung vom rechten Ende der Herzkammer, zieht sich sofort nach unten und etwas nach vorn, und das Hinterende der Zunge erreichend, erweitert sie sich zu einem beträchtlichen Sinus, wird vom unmittelbar über der Pedalkommissur liegenden vorderen Abschnitt der Radulatasche durchbohrt, und diese verlassend, wird sie allmählich kleiner, giebt einen unter die Radulatasche nach vorn laufenden und die Hinterlippen versorgenden Ast ab und tritt selbst in den Fuß hinein. Hier verzweigt sie sich sofort in drei Aeste, wovon einer (vordere Fußarterie) in der Mittellinie nach vorn läuft, während die beiden anderen (hintere Fußarterien), unmittelbar unter die Pedalstränge biegend (*Hfa* Taf. XVII, Fig. 6a), sich nach hinten ziehen und fast das hintere Körperende erreichen. Sie geben beiderseits Aeste ab, doch sind die nach der Mittellinie hin verlaufenden viel zahlreicher und stärker verzweigt, so daß dort der Fuß besonders im dorsalen Teil eine fast spongiöse Beschaffenheit hat. Die lateralen Gefäße verzweigen sich in den seitlichen Teilen des Fußes, und das Blut scheint, wenigstens teilweise, wieder in ein Paar großer, den Pedalsträngen dorsalwärts anliegender Mediansinus (*Ms* Fig. 6a) einzutreten. Dies erschließe ich aus den Thatsachen, daß die Fußarterienäste in dem Fuß verloren gehen, und daß in ihrer Nähe die von ihnen unabhängigen, mit den später beschriebenen Gefäßen in direktem Zusammenhang stehenden Mediansinus entstehen, die entweder zu- oder abführende, den Fuß durchlaufende Aeste haben. Von den Mediansinus gelangt das Blut in eine Reihe großer, im Gehäusemuskel liegender Gefäße, die ich mit dem Namen Lateralsinus belegen will (*Ls* Taf. XVII, Fig. 2, 5, 6). Jeder Lateralsinus erhält auch einen vom später beschriebenen dorsalen Eingeweidesinus herstammenden Ast und giebt ein laterales

Gefäß ab, das in ein ringförmiges, die untere Mantelfläche einnehmendes Gefäßnetz (Taf. XVII, Fig. 7) übergeht. Das vorderste Paar der Lateralsinus entsendet auch je einen nach vorn laufenden und sich in der Kopfgegend zu einem der Zungenseite anliegenden Kopfsinus erweiternden Ast. Das Gefäßnetz im hinteren und seitlichen Mantelteile dehnt sich über dessen ganze Breite aus, verengt sich aber allmählich nach vorn und stellt in der Gegend der Mantelhöhlendecke nur ein schmales, der Drüsenzone dicht anliegendes Band dar, welches in seiner ganzen Ausdehnung viele kurze, unter der Drüsenzone fast bis zu ihrem freien Rande laufende Zweige liefert. Es entspricht offenbar der HALLER'schen „arteriellen Kapillarschicht".

Die Genitalarterie entsteht am hinteren Herzende, zieht sich direkt nach der Geschlechtsdrüse und verzweigt sich in dem zwischen deren Läppchen liegenden Bindegewebe.

Was die Venen anbetrifft, so liegt im äußeren und oberen Mantelteil (Fig. 7) ein zweites, ringförmiges Gefäßnetz, das sich über der Drüsenzone in einen mächtigen Sinus ausbreitet, der wahrscheinlich das aus dem ventralen Gefäßnetz herstammende Blut in sich aufnimmt. Ich habe mich aber vergebens bemüht, den direkten Zusammenhang der beiden zu konstatieren; wahrscheinlich muß das Blut durch das Bindegewebe hindurch einwandern. Wie schon oben erwähnt, ist das obere Gefäßnetz gegen den Gehäusemuskel abgeschlossen, und das in ihm enthaltene Blut gelangt durch eine von der linken Seite etwas schräg nach innen und hinten verlaufende Vene in den Vorhof. Offenbar ist der Mantel bei Acmaea als accessorisches Respirationsorgan anzusehen, und die geringe Breite des Dorsalnetzes ist von seiner verhältnismäßig ungünstigen Lage abhängig. Nach vorn, wo das Ventralnetz sich verschmälert, breitet sich dagegen das Dorsalnetz aus.

Was die medianen Sinus anbetrifft, so giebt es deren zwei große: einen, der unter resp. links von den Eingeweiden liegt (*Lh* Fig. 6), den ich als primäre Leibeshöhle unten näher beschreiben werde, und einen, der sich über die Eingeweide zwischen diesen und der dorsalen Körperwand ausbreitet (*Es* Fig. 6b). Ein genau in der Medianebene liegendes, durch eine Scheidewand von der primären Leibeshöhle getrenntes, damit aber vorn und hinten zusammenhängendes Gefäß nenne ich die Fußvene (*Fv* Fig. 6).

Als Genitalvene bezeichne ich einen sinusartigen Zusammenhang zwischen dem Hinterende der Geschlechtsdrüse und dem hintersten Teil der primären Leibeshöhle.

Was die Kiemengefäße anbetrifft, so entsteht ein zuführendes Kiemengefäß aus einem kleinen, im Mantel liegenden und vom vordersten Lateralsinus der rechten Seite herstammenden Sinus und begiebt sich der rechten Kiemenseite entlang. Ein abführendes Kiemengefäß läuft der linken Seite entlang und fällt, wie schon erwähnt, in den rechten Schenkel des Vorhofes.

Ueber die Histologie ist fast nichts zu sagen. Die Aorta ist das einzige Gefäß, welches eigentliche Wände besitzt. Hier sind die Muskelfasern unregelmäßig angeordnet, doch sind die meisten Ringfasern; Querstreifung habe ich nicht beobachtet.

Ueber die Cirkulation kann ich, da ich keine Injektionspräparate verfertigt habe, nur Vermutungen aussprechen. Das von den Fußarterien ausgehende Blut gelangt wahrscheinlich entweder in die Fußvene, resp. in die primäre Leibeshöhle oder in die Median-, resp. Lateralsinus. Die erste Partie würde den Eingeweidesack durchdringen, in den dorsalen Sinus und dann in die lateralen Sinus gelangen, aus welchen alles Blut ins ventrale Gefäßnetz, in den Mantelsinus und endlich ins Herz geführt würde. Möglicherweise aber geht das in dem Lateralsinus sich befindende Blut teilweise in den Mantel, teilweise in den dorsalen Sinus über, woher es dann durch den Eingeweidesack in die primäre Leibeshöhle eindringt, dann in den hinteren Teil des Mantelgefäßnetzes, in den Mantelsinus und endlich in das Herz. Wenn dies wirklich der Fall ist — und es scheint dafür die Thatsache zu sprechen, daß die beiden jedem Lateralsinus entspringenden Gefäße schmäler sind als der Sinus — dann ist es mir sehr wahrscheinlich, daß das ins Gefäßnetz eingetretene Blut auch in den Eingeweidesinus zurückströmen und die Eingeweide so mit arteriellem Blut versorgen kann.

Besonders ist zu bemerken, daß, da das dorsale Mantelgefäßnetz vom direkten Zusammenhang mit den im Fuß oder Eingeweidesack vorkommenden Gefäßen ausgeschlossen ist, die Cirkulation bei Acmaea nicht in der von Haller für Scutellina und Lottia beschriebenen Weise d. h. vom Körper durch die dorsale (venöse) und zurück durch die ventrale (arterielle) Schicht stattfinden kann. Ich will auch darauf aufmerksam machen, daß, wenn die unter den Pedalsträngen liegenden, hinteren Fußarterien mit den über ihnen liegenden zusammenwachsen sollten, der Zustand entstehen würde, der bei Haliotis zu Tage tritt, wo, wie Wegmann hervorgehoben hat, „les cordons nerveux du pied sont enfermés

dans des vaisseaux correspondant aux artères pédieuses postérieures de la patelle".

Primäre Leibeshöhle. Die primäre Leibeshöhle (*Lh* Taf. XVII, Fig. 6a und b) stellt im allgemeinen ja bekanntlich das Lakunen- und Sinussystem des Körpers dar. Es ist aber ein besonders großer Sinus vorhanden, der des Namens besonders würdig ist, und der einer näheren Beschreibung bedarf. Er liegt auf der linken Körperseite unter der Geschlechtsdrüse und zieht sich vom Pericardium ungefähr bis zur mittleren Körperlinie. Nach vorn hin fängt er als enger Spalt dicht hinter und über der Pedalkommissur an, breitet sich allmählich dorsalwärts aus, biegt um Zunge und Oesophagus herum und reicht in der Herzkammergegend dorsalwärts ungefähr bis zur Medianebene. Hinter dem Herzen, wo der linke Nephridiumabschnitt vorhanden ist, verengt sich der dorsale Teil der Leibeshöhle allmählich mehr und mehr, bis er endlich verschwindet und die ventrale Partie wieder als ganz schmaler Spalt allein übrig bleibt. Dieser reicht nach hinten bis zum Ende des Eingeweidesackes und geht, indem er das Hinterende des Nephridiums umgiebt, in den dorsalen Eingeweidesinus über. Es entsteht der ventrale, von mir Fußvene genannte Sinus aus diesem dadurch, daß eine aus Bindegewebe bestehende, die beiden Sinus abtrennende Scheidewand vorn durchbrochen ist.

Es ist natürlich daran zu denken, daß dieser Raum nur infolge der Schrumpfung entstanden ist, doch scheint mir dies aus folgenden Gründen unmöglich zu sein: Die Umrisse sind ganz scharf konturiert; er hat auf der linken Seite eine ganz ähnliche Lage, wie der Ventralteil des Nephridiums auf der rechten; seine Uebergangsstelle in den dorsalen Eingeweidesinus ist so breit und so scharf begrenzt, daß es undenkbar ist, sie als Schrumpfungsprodukt aufzufassen.

Sekundäre Leibeshöhle. Von sekundärer Leibeshöhle finde ich keine Spur. Die Höhle des unten beschriebenen Nephridiums ist aber offenbar als deren funktioneller Vertreter zu deuten.

Nephridium. Es ist bei Acmaea nur ein Nephridium, und zwar offenbar das ursprünglich linke, erhalten geblieben, welches hauptsächlich auf der rechten Seite liegt und sich nur dorsalwärts auf der linken ausdehnt (Taf. XVII, Fig. 5). Rechts findet es sich als ein bedeutender zwischen Eingeweidesack und Muskeln liegender Hohlraum, welcher sich von der dorsalen Körperwand bis zur ventralen Mittellinie erstreckt (Taf. XVII, Fig. 6), wo er an

die die primäre Leibeshöhle und die Fußvene begrenzende Scheidewand anstößt; links bildet das Nephridium nur einen dorsal liegenden Kanal. Der rechte Abschnitt beginnt ventralwärts dicht hinter der Pedalkommissur, in der Dorsalgegend reicht er ebenso weit nach vorn, wie die rechte Spitze des Pericardiums und liegt diesem dicht an, ohne jedoch mit ihm zu kommunizieren; der linke Abschnitt fängt über dem hintersten Teil des Pericardiums an und steht durch einen die dorsale Pericardialwand durchbohrenden Porus mit demselben in Zusammenhang. Hinter dem Herzen stößt er ventralwärts an die primäre Leibeshöhle. Nach hinten biegen die beiden Abschnitte um die Eingeweide herum und treten so in Zusammenhang. Diese gemeinsame Partie dehnt sich dorsalwärts über den äußersten hinteren Teil der Eingeweide; beide Hälften bleiben dagegen ventralwärts immer weit voneinander entfernt.

Die Nephridialpapille findet sich als ein mächtiger, muskulöser, rechts von der Enddarmpapille liegender und mit ihr basalwärts zusammengewachsener Fortsatz, dessen Wände große Blutsinus enthalten, während sein breites Lumen mit der Außenwelt durch einen engen, auf der Spitze liegenden Porus kommuniziert.

Was die feinere Struktur des Nephridiums anbetrifft, so stellt der rechts liegende, ventrale Teil eine ungefähr 50 μ breite Spalte dar, dagegen erreichen die beiderseitigen dorsalen Partien eine Breite von 250—300 μ. Hervorzuheben ist, daß ich nur an einem Exemplar Messungen vorgenommen habe. Die den Muskeln und den Eingeweiden anliegenden Wände sind vollkommen glatt, die dorsale, sich unter dem Eingeweidesinus befindende ist dagegen mit einigen kleinen, sich in den Sinus hinein erstreckenden Ausbuchtungen versehen, die wohl die sekretorische Leistungsfähigkeit erhöhen. Vorn sind in einer Querebene 4—5 sehr enge Ausstülpungen, hinten ist nur eine, aber breite und taschenförmige (Taf. XIX, Fig. 25 u. 26). Da das Epithel nur stellenweise gut konserviert war, war es mir unmöglich, in verschiedenen Regionen einen ausführlichen Vergleich anzustellen. Das dem Eingeweidesinus angrenzende Epithel sowohl als auch das der Nephridialwand überhaupt zugehörige und das die Ausbuchtungen bedeckende hat eine Höhe von 8—16 μ; die Kerne sind rund oder etwas in der Querrichtung langgestreckt; die der Muskelwand und dem Eingeweidesack anliegenden Zellen waren bei den meisten Exemplaren 3—3 $^1/_2$ μ hoch und besaßen ähnliche Kerne. Bei einem Exemplar war das dem hinteren Teil des Eingeweidesackes an-

liegende Epithel 2—3mal so hoch; die Zellen enthielten oft farblose Stellen, was für ihre sekretorische Natur zu sprechen schien.

Ein zweites Nephridium kommt bei Acmaea nicht vor. Hervorzuheben ist, daß v. ERLANGER ein solches, das „to the front of the rectum" liegen soll, bei einer unbekannten Acmaea-Art beschrieben hat. Seine Figur scheint mir aber, soweit sie das Vorderende betrifft, eher einen Tangential- als einen echten Horizontalschnitt darzustellen; also einen Schnitt durch ein Tier, dessen Kopf ventralwärts hervorgestreckt und daher schräg getroffen worden ist. Wenn dies zutrifft, so liegt das zweite Nephridium über statt vor dem Enddarm, und seine Abwesenheit bei der hier besprochenen Art könnte vielleicht mit ihrer auffallenden Flachheit in Zusammenhang stehen.

Geschlechtsorgane. Acmaea ist nicht, wie dies bei den Prosobranchiern so überwiegend der Fall ist, getrennt geschlechtlich, sondern hermaphroditisch, und zwar so, daß die Zwitterdrüse sich zunächst bloß als Hoden entwickelt, später bloß als Ovarium und nur für eine wahrscheinlich sehr kurze Zeit beide Geschlechtsprodukte enthält. Ich beschreibe die Geschlechtsdrüse zuerst im männlichen, dann im weiblichen und endlich im hermaphroditischen Zustand. Sie ist eine große (Taf. XVII, Fig. 5), aus ungefähr 20 meist hintereinander liegenden Lappen bestehende, den linken und unteren Teil des Eingeweidesackes in Anspruch nehmende Drüse; nach vorn hin fängt sie unter dem Herzen und dem Hinterende der Nephridialpapille gegenüber an, liegt hier seitlich und zwar in der oberen Partie der linken Seite des Eingeweidesackes, zieht sich nach hinten und breitet sich zugleich ventralwärts aus (Taf. XIX, Fig. 27), bis sie sich der ganzen Breite der Ventralseite und auch schließlich des ganzen Hinterendes bemächtigt. Einer der vordersten Lappen verlängert sich nach hinten in eine kleine, in die Nephridialhöhle hineinragende Papille (*Gp* Fig. 5), die bei einem Exemplar eine Länge von 115 μ und eine Breite von 70 μ besaß.

Die Drüse ist von Bindegewebe umgeben, das sich zwischen den Lappen als dünne Lamelle fortsetzt und oft einem Epithel sehr ähnlich sieht; sie ist mit einer Zellenmasse erfüllt, die offenbar als ein mehrschichtiges Epithel aufzufassen ist. Bei einem Exemplar war die Achse jedes Lappens durch einen Hohlraum in Anspruch genommen, bei einem zweiten, dessen Geschlechtsdrüse sich in demselben Entwickelungsstadium befand, waren keine solchen Räume zu konstatieren. Im ersten Falle handelt es sich deshalb wahrscheinlich um ein Schrumpfungsprodukt.

Was die eigentlichen Geschlechtszellen anbetrifft, so sind bei allen von mir untersuchten Exemplaren die dem Bindegewebe angrenzenden Gegenden durch große, ungefähr 12 μ durchmessende, sich in mit Hämalaun und Eosin doppeltgefärbten Präparaten blau färbende Zellen in Anspruch genommen, die einen 5—8 μ breiten, blasenförmigen, mit großen Kernkörperchen ausgestatteten Kern besitzen (Taf. XIX, Fig. 28). Oft sind bei diesen Zellen die Grenzen schwer oder gar nicht zu konstatieren, so daß 3—4 Kerne in einem großen Plasmaklümpchen vorkommen können. Auch will ich erwähnen, daß die kleineren diesen Zellen angehörigen Kerne einige Chromatinkörner aufweisen, während die größeren vollkommen blasenförmig sind. Ich habe alle zuerst als ruhende Spermatocyten aufgefaßt, es ist aber möglich, daß einige und wahrscheinlich die mit kleineren Kernen Ovocyten sind. Ueber diesen Zellen liegen andere, die von jenen nur dadurch verschieden sind, daß sie sich in mit Hämalaun und Eosin doppeltgefärbten Präparaten rot färben, und daß der excentrische Kern auf der dem Protoplasma zugekehrten Seite ein Chromatinfadenklümpchen hat, auf der anderen Seite vollkommen hell und blasenförmig ist [1]). Diese Zellen fasse ich als in Teilung bezw. in Teilungsbereitung begriffene Spermatocyten auf. Darüber liegen etwas kubische Zellen, die einen Durchmesser von ungefähr 8 μ besitzen, während der basalständige Kern $2^1/_2$—3 μ mißt; und endlich folgt eine lange, aus ungefähr 7 um eine Achse gruppierten Zellreihen bestehende Säule, deren Zellen, wie unten ausgeführt wird, sich schon in Spermatozoen umzuwandeln begonnen haben. Die den Spermatocyten unmittelbar überliegenden sind offenbar deren Abkömmlinge; nach Größe des Kernes und des Zellkörpers zu urteilen, sind sie durch wenigstens zweimalige Teilung produziert worden, also Sperma-Enkelzellen. Die sich in Spermatozoen entwickelnden Sperma-Enkelzellen stimmen mit diesen in der Größe vollkommen überein. Vergebens habe ich nach solchen gesucht, die wie Sperma-Tochterzellen aussehen. Die sich entwickelnden Sperma-Enkelzellen bestehen aus reich vakuolisiertem Protoplasma und haben einen blasigen, excentrisch liegenden, gewöhnlich mit 3 Chromatinanhäufungen versehenen Kern. Dicht neben demselben ist das Protoplasma in einen gewöhnlich mit

1) Diese Erscheinung ist als Kunstprodukt aufzufassen und bei verschiedenen anderen Spermatocyten und Pollenmutterzellen in dem entsprechenden Entwickelungsstadium beobachtet worden.

zwei hellen, wahrscheinlich als Vakuolen aufzufassenden Stellen versehenen Fortsatz ausgezogen (Taf. XIX, Fig. 31). Zuweilen ist es mir gelungen, einen fadenartigen Ausläufer dieses Fortsatzes zu konstatieren, auch habe ich ein paar Mal den Kern samt dem dahinterliegenden Fortsatz frei in der Drüsenhöhle liegen gesehen (Taf. XIX, Fig. 30); ich fasse das ganze Gebilde daher als sich entwickelnde Spermatozoen auf.

Im weiblichen wie im männlichen Zustand besitzt die Zwitterdrüse einen papillenartigen, in die Nephridialdrüse hineinragenden, unweit hinter dem Herzen liegenden Vorsprung. Nur ist seine Spitze bei jenen nach vorn, bei diesen dagegen nach hinten gerichtet. Im reifen, weiblichen Zustand stellt die Geschlechtsdrüse nur einen von dünnen Bindegewebssträngen durchsetzten Eierhaufen dar. Die Eier sind durch beiderseitigen Druck polyedrisch gewordene, ungefähr 20 μ im Durchmesser betragende Zellen, die mit einem blasenförmigen, 9—10 μ großen, mit vielen Keimflecken versehenen Keimbläschen und reichlichem Nahrungsdotter ausgestattet sind.

Von meinen Exemplaren waren nur 2 im hermaphroditischen Zustand. Bei der jüngeren, noch meistenteils mit unvollkommen entwickelten Spermatozoen erfüllten Drüse waren auf der Ventralfläche und besonders in der Nähe der bindegewebigen Lappenscheidewände Anhäufungen von verschieden großen Eiern zu beobachten (Taf. XIX, Fig. 29). Den Scheidewänden entlang waren auch Zellen zu finden, deren Kerne ganz das Aussehen von Keimbläschen hatten, die aber noch keinen Nahrungsdotter besaßen. Was die Größe sowohl des Kernes wie des Zellkörpers anbetrifft, so stimmen diese Zellen mit den großen im Hoden vorkommenden vollkommen überein; ich halte sie daher für junge Ovocyten. Leider ist das einzige sich in diesem Stadium befindende Exemplar in Querschnitte zerlegt, was für das Verfolgen der verschiedenen Entwickelungsstufen ungünstig ist, und ich kann daher nichts Weiteres darüber mitteilen. Bei einer älteren Drüse findet man, daß die ganze untere Partie mit Eiern, die obere dagegen noch mit unreifen Spermatozoen erfüllt ist.

Wie schon erwähnt, scheint der hermaphroditische Zustand ein sehr kurz dauernder zu sein. Von den 13 von mir in Schnitte zerlegten Exemplaren schienen 11 zweifellos getrennt geschlechtlich zu sein, und zwar 6 männlich und 5 weiblich, während bloß 2 Tiere beiderlei Geschlechtsprodukte enthielten. Dies paßt mit der PELSENEER'schen Annahme zusammen, daß „l'alternance“ (der

beiden Geschlechtszustände) „est . . . le plus sensible là où l'hermaphroditisme de la glande génitale est plus complet (c'est-à-dire où les ovules et les spermatozoïdes se développent au même point . . .) que là où il y a des acini ou des régions de sexes différents".

Was die Leitungswege anbetrifft, so habe ich keine gefunden. Es ist höchst wahrscheinlich, daß wie bei Patella durch Bersten der Wand, und zwar des Teiles derselben, welcher der in die Nephridialhöhle hineinragenden Papille angehört, die Geschlechtsprodukte ins Nephridium gelangen und durch dessen Papille entleert werden. Da diese eine ansehnliche Größe (im kontrahierten Zustand fast $1^1/_2$ mm) und stark muskulöse, reichlich mit Blutsinus versehene Wände besitzt, scheint es mir höchst wahrscheinlich, daß sie als Penis fungiert, was wohl möglich ist, da ihre Spitze im kontrahierten Zustand nur 0,12 mm vom Innenrand der Manteldrüsenzone liegt.

Es fragt sich natürlich, ob der hermaphroditische Zustand bei Acmaea ein primitiver oder ein sekundärer ist. Darüber lassen die vorliegenden Thatsachen nichts entscheiden. Es ist wohl möglich, wie PELSENEER annimmt, daß die bei Acmaea vorkommende Art des Hermaphroditismus, d. h. diejenige, bei welcher männliche und weibliche Produkte nicht in verschiedenen Regionen entstehen, die primitivste ist. Ihr Vorkommen bei Acmaea können wir entweder dadurch erklären, daß das Tier eine primitive Art von Hermaphroditismus beibehalten hat, oder dadurch, daß ein erst später hermaphroditisch gewordenes Tier sich nicht weiter als bis zum ersten Hermaphroditismusstadium entwickelt hat. Es wäre in dieser Beziehung besonders interessant, zu wissen, ob vielleicht bei einigen bisher als getrennt geschlechtlich angesehenen Gattungen und namentlich bei Patella [1]) ein rasch vorübergehendes Zwitterstadium einfach übersehen worden ist.

Histologie.

Blut. Die Blutkörperchen (Taf. XIX, Fig. 38 a) sind amöboid und besitzen je einen großen, mit einer deutlichen Membran versehenen, mit Hämalaun sich etwas blaß färbenden Kern, dessen Chromatinkörnchen ungleich groß und oft mehr oder weniger unregelmäßig angeordnet sind. Sie kommen in meinen Präparaten

1) GEMMILL, On some cases of hermaphroditism in the Limpet. Anat. Anz., Bd. XII, p. 392—394, 1896.

zuweilen vereinzelt, öfter in Klümpchen vor, worin die Grenzen der einzelnen Körperchen nicht zu unterscheiden sind. In solchen Klümpchen finden sich gelegentlich kleinere, dunkler gefärbte Kerne, die ich als jüngere, noch nicht durch Zellsaft aufgeschwollene Gebilde auffasse. Selten habe ich länglich-ovale oder eingeschnürte Kerne beobachtet (Taf. XIX, Fig. 38 b), die ich als in amitotischer Teilung begriffene deute. Die jungen Kerne habe ich nur im Gefäßnetz des Mantels gesehen, und hier sind sie meist an deren Wände gelegt. Hie und da kommen sie in einer scheinbaren Wucherung der Wand vor; diese ist möglicherweise nur durch eine Anhäufung der freien Körperchen verursacht, immerhin hat sie mehr den Anschein eines Teiles der echten Wand. Ich bin daher geneigt, anzunehmen, daß die Körperchen durch Knospung von den Gefäßwänden, wenigstens bei den Mantelgefäßen, entstehen. Eine gesonderte Blutdrüse habe ich nicht beobachtet, habe aber nicht besonders danach gesucht.

Bindegewebe. Es giebt zweierlei Arten Bindegewebe, das gewöhnliche und das zellig-blasige. Das gewöhnliche besteht aus reichlich verzweigten, in einer homogenen Grundsubstanz eingebetteten Zellen (Taf. XIX, Fig. 34), deren Aeste, da sie ziemlich kurz sind, ein feines Netzwerk bilden. Die Kerne sind abgeflacht, mehr oder weniger länglich-oval, nehmen begierig Hämalaun auf und sind daher recht dunkel. Elastische Fasern oder mit fibrillär umgewandelten Ausläufern versehene Zellen, wie sie von BROCK und von GIBSON bei anderen Gattungen erwähnt worden sind, habe ich nicht gesehen. Da das Gewebe aber von zahlreichen Muskelfasern durchsetzt, auch mit Drüsenzellen und Blutkörperchen meistenteils ganz erfüllt ist, konnten solche Bestandteile dem Auge leicht entgehen. Auch Plasmazellen habe ich nicht beobachtet, was vielleicht dadurch zu erklären ist, daß sie, wie BROCK angiebt, wenigstens bei den Pulmonaten eine besondere Behandlung erfordern, um sichtbar gemacht werden zu können.

Das zellig-blasige Bindegewebe (Taf. XIX, Fig. 32) besteht aus rundlichen, oft dicht zusammengepreßten, mit granulösem Protoplasma und rundlichen Kernen versehenen Elementen. Die jüngeren und kleineren Zellen bestehen aus kontinuierlichem Protoplasma; wenn sie größer werden und sich im Inneren ein Hohlraum entwickelt, gehen sie allmählich in Knorpel über. Dicht zusammengepreßt habe ich diese Zellen nur in der Zunge und in der Gegend des Mundes gefunden, wo sie in den Hinterlippen und in den Wänden der Oesophagealfurche wahrscheinlich eine

Art Stützgewebe bilden; im Fuß und in den lateralen Kopfteilen sind sie vereinzelt zu treffen. Zu bemerken ist, daß wegen der Form der Zellen zwischen ihnen kleine Lücken zu konstatieren sind, die beim Knorpel nicht gefunden werden. Oft sind auch die Zellkörper, wie LEYDIG schon betont hat, zu einer viele Kerne enthaltenden Masse zusammengeschmolzen.

Knorpel. Der Knorpel (Taf. XIX, Fig. 33) besteht aus hohlen, polyedrischen, dicht zusammengepreßten, mit einem runden, wandständigen Kern versehenen Zellen. Im Inneren trifft man zuweilen granulöse Reste, die offenbar einen protoplasmatischen Wandbeleg darstellen, deutlich habe ich aber einen solchen nie konstatieren können; selbst da, wo der Kern in die Zellhöhle hineinragt, ist keine ihn umgebende Plasmaschicht zu sehen. Wie schon erwähnt, sind die Zellen im vorderen Teil, wahrscheinlich weil sie dort viel mehr leisten müssen, viel kleiner und dickwandiger als hinten.

Wie früher hervorgehoben wurde, sind die großen Knorpelstücke der Zunge durch Gewebe verbunden, das vorn zellig-blasiges Bindegewebe ist, während es hinten in einen lockeren Knorpel übergeht. Es ist hier leicht zu konstatieren, wie LEYDIG gesagt hat, daß Knorpel nur eine besondere Modifikation des Bindegewebes ist. Kernteilung habe ich selten beobachtet; sie scheint aber eine direkte zu sein, wie LOISEL schon gedacht hat.

Es verlohnt sich vielleicht der Mühe, ein paar Worte der Frage zu widmen, ob dieses Gewebe echter Knorpel sei oder nicht. Wenn man sich der Ansicht RANVIER's anschließt, daß Knorpel dadurch gekennzeichnet ist, daß die Kapseln oder die Intercellulärsubstanz beim Kochen Chondrin liefern, dann ist nach der Untersuchung VALENCIENNES' der Gastropodenknorpel kein echter; wenn man die von KÖLLIKER verteidigte Ansicht annimmt, daß das Vorkommen von Chondrin nicht zum Wesen des Knorpels gehört, dann haben wir es hier mit echter Knorpelsubstanz zu thun, und zwar mit der Art, die KÖLLIKER „Zellenknorpel“ nennt.

Muskeln. Es sind zweierlei Muskelfasern vorhanden: die sogen. „quergestreiften“, die einen spiralig gestreiften, äußeren Teil besitzen, und diejenigen, welche eines solchen entbehren. Erstere (Taf. XIX, Fig. 35 u. 37) bestehen aus einer feinkörnigen, einen länglich-ovalen Kern enthaltenden Centralmasse und einer diese umgebenden Hülle, die aus einem ziemlich dichten, spiralig laufenden Faden und einer dessen Windungen trennenden, weniger dichten, mit der Centralmasse zusammenhängenden Zwischen-

substanz zusammengesetzt ist. Die Richtung der Spirale ist eine wechselnde, jedoch gewöhnlich ungefähr transversal. Ich habe keine echten quergestreiften Fasern, wie sie KNOLL und LOISEL für andere Gasteropoden beschreiben, sehen können. Die Dicke der Hülle ist auch variabel und scheint dafür zu sprechen, daß die Bildung dieser Hülle, wie KNOLL annimmt, eine progressive ist. Kernlose Fasern habe ich nicht bemerkt, womit ich jedoch keineswegs ihr Vorkommen leugnen will, da ich nicht die ganze Muskulatur auf diese Frage hin durchsucht habe. Die Kerne sind ziemlich gleichgestaltig und besonders dadurch gekennzeichnet, daß sie äußerst wenig Chromatinkörner enthalten. Dagegen tritt gewöhnlich ein etwas größeres Körperchen zu Tage, das ich als Nucleolus auffasse.

Mit den gewöhnlichen Fasern der Buccalmasse vermischt, habe ich dann und wann solche beobachtet, die ziemlich dick (6—8 μ) sind und keine Querstreifung bemerken lassen. In einem Falle habe ich konstatieren können, daß eine solche Faser eine äußerst dünne, aus längslaufenden Fibrillen bestehende Hülle besaß, indem durch glücklichen Zufall das Faserende zerrissen war und die Fibrillen ein wenig auseinandertraten. Solche Erscheinungen sind von BALLOWITZ bei Cephalopoden beschrieben worden, nur sind in diesem Fall die längslaufenden Fasern den spiraligen vollkommen gleich; bei Acmaea dagegen sind diese meistens viel dünner. Die Kerne der längsgestreiften Fasern sind denen der quergestreiften ganz ähnlich. Ob es sich nur um ein verschiedenes Entwickelungsstadium derselben handelt, habe ich nicht zu entscheiden versucht.

Die Fasern der zweiten Art sind bedeutend dünner als die quergestreiften (Taf. XIX, Fig. 36) und besitzen einen länglich-ovalen, bei verschiedenen Exemplaren sehr ungleich langen Kern, der dieselbe Armut an Chromatinkörnern zeigt wie der der ersten Art.

Was das Vorkommen der beiden Muskelarten anbetrifft, so sind die der Buccalmasse angehörigen quergestreift, der Gehäusemuskel dagegen und überhaupt die im Fuß liegenden Fasern sowohl als auch die Tentakelmuskeln sind glatt. Quergestreift sind auch der Protraktor des Kiefers und die Herzmuskelfasern, obgleich bei den letzteren die Streifung nur sehr undeutlich zu Tage tritt. Zu bemerken ist, daß die Hülle oft eine so dünne ist, daß man nur mit Schwierigkeit entscheiden kann, ob sie vorhanden sei oder nicht.

Nervensystem. Ueber die Histologie des Nervensystems war nichts zu konstatieren. Die Ganglienzellkerne sind schon bei der Behandlung der Anatomie des Systems beschrieben worden.

Epithel. Die den verschiedenen Organen angehörigen Epithelarten sind im Anschluß an die Besprechung derselben schon beschrieben worden.

Zusammenfassung.

Fassen wir die Resultate unserer Untersuchungen zusammen, so können wir dieselben etwa in folgende Sätze bringen:

1) Das Nervensystem zeigt eine in zwei Labialganglien anschwellende Labialkommissur und zwei Labiobuccalkonnektive, die oben in das hufeisenförmige Buccalganglienpaar übergehen. Die Visceralkommissur ist sehr variabel. Verschiebung und Verwachsung kommen oft vor, wodurch die Kreuzung weggeschafft ist. Hintere, die Pedalstränge verbindende Kommissuren sind nur in der Zweizahl vorhanden.

2) Das Sehorgan ist eine wahrscheinlich erweiterungsfähige Grube. Beim verengten Zustand findet eine Auflockerung des Pigmentes statt, wodurch es etwas weiter in die Zelltiefe dringt, ohne eine obere Zone frei zu lassen.

3) Der Darm besitzt ein Paar seitlich in den Pharynx mündender Buccaltaschen und ein Paar schlauchförmiger, am Vorderende der Oesophagealfurche sich öffnender Speicheldrüsen. Der Oesophagus ist durch hohe Falten in einen mit Cilien bekleideten mittleren und in zwei mit Drüsenzellen bedeckte seitliche Abschnitte geteilt. Die Zunge enthält zwei Paar Knorpelstücke; Muskeln, die eine „chain-saw"-Radulabewegung verursachen könnten, sind vorhanden.

4) Das Herz liegt auf der linken Seite und ist nicht vom Darm durchbohrt. Der ursprünglich linke Vorhof kommt auch nicht spurweise vor. Der Ventrikel ist nur ein- nicht zweikammerig wie bei Patella. Die Aorta erweitert sich in einen von der Radulatasche durchbohrten Sinus. Zwischen Eingeweiden und dorsaler Körperwand kommt ein großer Sinus statt eines Venennetzes vor. Das durch den Körper gedrungene Blut begiebt sich

in eine im Mantel liegende Kapillarschicht und gelangt dadurch ins Herz. Der Mantel ist also ein respiratorisches Organ.

5) Die Kieme besteht aus zwei Serien querlaufender Lamellen, die sich nicht in Fäden auflösen.

6) Es existiert eine ziemlich große, primäre Leibeshöhle; eine sekundäre aber findet sich nicht.

7) Das Nephridium ist nur in der Einzahl vorhanden. Es ist ein großer, den Eingeweidesack seitlich und hinten umgebender Sack, dessen Wände mit kleinen, in den dorsalen Sinus hineinragenden Ausbuchtungen versehen sind.

8) Das Tier ist zwittrig und zwar protandrisch. Der hermaphroditische Zustand scheint ein rasch vorübergehender zu sein. Die Nephridialpapille scheint als Penis zu funktionieren.

Litteraturverzeichnis.

Ein * vor einem Titel bedeutet, daß die betreffende Arbeit mir nicht zugänglich gewesen ist.

1) Amaudrut, Etude comp. de la masse buccale chez les Gastéropodes et particulièrement chez les Prosobranches diotocardes. Compt. rend., T. 121, p. 1170—1172, 1895.

2) — Sur les poches buccales et les poches oesophagiennes des Prosobranches. Compt. rend., T. 122, p. 1218—1221, 1896.

3) Auerbach, Untersuchungen über die Spermatogenese von Paludina vivipara. Jenaische Zeitschr., Bd. 30, S. 403—554, 1895.

4) Babor, Ueber die wahre Bedeutung der sog. Semper'schen Organe der Stylommatophoren. Sitzungsber. K. böhm. Ges. Wiss., Math.-nat. Kl., Bd. 34, 1895.

5) Ballowitz, Ueber den feineren Bau der Muskelsubstanzen. Arch. mikr. Anat., Bd. 39, S. 291—324, 1892.

6) Barfurth, Ueber den Bau und die Thätigkeit der Gastropodenleber. Arch. mikr. Anat., Bd. 22, S. 473—524, 1883.

7) Bernard, Recherches sur les organes palléaux des Gastéropodes prosobranches. Ann. Sc. N., (7) T. 9, p. 89—404, 1890.

8) Baudelat, Recherches sur l'appareil générateur des Mollusques gastéropodes. Ann. Sc. N., (4) T. 19, 1863.

9) Biedermann, Elektrophysiologie. Jena 1895.

10) Bloch, Die embryonale Entwickelung der Radula von Paludina vivipara. Jen. Zeitschr., Bd. 30, S. 350—392, 1895.

11) Blochmann, Ueber die Drüsen des Mantelrandes bei Aplysia und verwandten Formen. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 38, S. 411—418, 1883.

12) Boll, Beiträge zur vergleichenden Histologie des Molluskentypus. Arch. mikr. Anat., Bd. 5, Supplement, S. 1—111, 1869.

13) Boutan, Recherches sur l'anatomie et le développement de la Fissurelle. Arch. Zool. expér., (2) T. 3 bis, p. 166, 1886.

14) Bouvier, Système nerveux, morphologie générale et classification des Gastéropodes prosobranches. Ann. Sc. N., (7) T. 3, p. 1—510, 1887.

15) Brock, Untersuchungen über die interstitiellen Bindesubstanzen der Mollusken. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 39, S, 1—63, 1883.

16) Carrière, Sehorgane der Tiere. München und Leipzig 1885.

17) — Sehorgane der Mollusken. Arch. mikr. Anat., Bd. 33, S. 379—402, 1889.

18) Cunningham, The Renal Organs (Nephridia) of Patella. Quart. Journal Microsc. Science, Vol. 23, p. 369—375, 1883.

19) Cuénot, Etudes sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale (2me partie: Invertébrés). Arch. Zool. expér., (2) T. 9, p. 13—54, 1891.

*20) Dall, On the Limpets. Amer. Journ. of Conchol., Vol. 6, p. 228—282, 1871.

21) — The Phylogeny of the Docoglossa. Proc. Acad. N. Sc. Philadelphia 1893, p. 285—287.

22) v. Erlanger, On the paired Nephridia of Prosobranchs. Quart. Journal Microsc. Science, Vol. 33, p. 587—623, 1892.

23) Flemming, Ueber Bindesubstanz und Gefäßwandung im Schwellgewebe der Muscheln. Arch. mikr. Anat., Bd. 13, S. 817—867, 1877.

24) Fraisse, Ueber Molluskenaugen mit embryonalem Typus. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 35, S. 461—477, 1881.

25) Frenzel, Mikrographie der Mitteldarmdrüse der Mollusken. Arch. mikr. Anat., Bd. 25, S. 48—82, 1885.

26) Geddes, On the Mechanism of the Odontophore in certain Molluscs. Trans. Zool. Soc. London, Vol. 10, Part 11, 1879.

27) Gibson, Anatomy and Physiology of Patella vulgata. Part 1, Anatomy. Trans. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. 32, p. 601—638. 1887.

28) Haller, Zur Kenntnis der Niere der Prosobranchier. Morph. Jahrb., Bd. 11, S. 1—52, 1886.

29) — Studien über docoglosse und rhipidoglosse Prosobranchier. Leipzig 1894.

30) — Untersuchungen über marine Rhipidoglossen. I. Morph. Jahrb., Bd. 9, S. 1—98, 1884.

31) Hilger, Beiträge zur Kenntnis des Gastropodenauges. Morph. Jahrb., Bd. 10, S. 351—368, 1885.

32) Hutton, Revision of the recent Rhipidoglossate and Docoglossate Mollusca of New Zealand. Proc. Linn. Soc. N. S. Wales, Vol. 9, p. 354—378, 1884.

33) v. Jhering, Zur Morphologie der Niere der sog. „Mollusken“. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 29, S. 583—614, 1877.
34) Knoll, Ueber die Blutkörperchen bei wirbellosen Tieren. Sitzungsber. Akad. Wien, Bd. 102, 3. Abt., S. 440—478.
35) — Ueber protoplasmaarme und protoplasmareiche Muskulatur. Denkschr. Akad. Wien, Math.-nat. Kl., Bd. 58, S. 633—700, 1891.
36) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre. 2. Aufl., Bd. 1, Leipzig 1889.
37) Lacaze-Duthiers, Otocystes ou capsules auditives des Mollusques. Arch. Zool. expér., T. 1, p. 97—168, 1872.
38) Lang, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, 1888—1894.
39) Lebert, Beobachtungen über die Mundorgane einiger Gasteropoden. Müller's Arch. für Anatomie und Physiologie, 1846, S. 435—477.
40) Leydig, Zelle und Gewebe. Bonn 1885.
41) — Vom Bau des tierischen Körpers. Tübingen 1864.
42) — Histologie des Menschen und der Tiere. Frankfurt a/M. 1857.
43) — Ueber das Gehörorgan der Gasteropoden. Arch. mikr. Anat., Bd. 7, S. 202—218, 1871.
44) Loisel, Les cartilages linguaux et le tissu cartilagineux chez les Gastéropodes. C. R. Soc. Biol. Paris, (9) T. 5, p. 193—196, 1893.
45) — Les pièces de soutien de la radula chez les Céphalopodes et le tissu cartilagineux des Mollusques. Ibid., p. 244—246.
46) — Les cartilages linguaux des Mollusques. Journ. Anat. Phys. Paris, Année 29, p. 466—522, 1893.
47) — Sur l'appareil musculaire de la radula chez le Helix. Journ. Anat. Phys., Paris, Année 28, p. 567—572, 1892.
48) Oswald, Der Rüsselapparat der Prosobranchier. Jen. Zeitschr. Naturw., Bd. 28, S. 119—162, 1893.
49) Patten, Eyes of Molluscs and Arthropods. Mitt. Zool. Stat. Neapel, Bd. 6, S. 542—756, 1886.
50) Pelseneer, Sur l'oeil de quelques Gastropodes. Ann. de la Soc. belge de Microscopie, Vol. 16, p. 59—76, 1891.
51) — L'hermaphroditisme chez les Mollusques. Arch. Biol., T. 14, p. 33—62, 1895.
52) Perrier, Recherches sur l'anatomie et le histologie du rein des Gastéropodes prosobranches. Ann. Sc. N., (7) T. 8, p. 61—315, 1890.
53) Pflücke, Zur Kenntnis des feineren Baues der Nervenzellen bei Wirbellosen. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 60, S. 500—542, 1895.

54) Platner, Ueber die Spermatogenese bei den Pulmonaten. Arch. mikr. Anat., Bd. 25, S. 564—581, 1885.

55) Ranvier, Technisches Lehrbuch der Histologie. Leipzig 1877.

56) Rawitz, Zur Physiologie der Cephalopodenretina. Arch. Anat. Phys., Phys. Abt., Bd. 10, S. 367—372, 1893.

57) Rössler, Die Bildung der Radula bei den cephalophoren Mollusken. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 41, S. 447—482, 1885.

58) Semper, Zum feineren Bau der Molluskenzunge. Ebenda, Bd. 9, S. 270—283, 1858.

59) Spengel, Die Geruchsorgane und das Nervensystem der Mollusken. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 35, S. 333—383, 1881.

60) Thiele, Beiträge zur Kenntnis der Mollusken. III. Ueber Hautdrüsen und ihre Derivate. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 62, S. 632—670, 1897.

61) Valenciennes, Recherches sur la structure du tissu élémentaire des cartilages des Poissons et des Mollusques. Arch. du Musée, T. 5, 1851.

62) Wegmann, Cont. à l'histoire naturelle des Haliotides. Arch. Zool. expér., (2) T. 2, p. 289—378, 1884.

63) — Notes sur l'organisation de la Patella vulgata. Rec. zool. suisse, T. 4, p. 269—303, 1888.

Erklärung der Abbildungen.

Figurenbezeichnung.

A arterielle Schicht des Mantels.
An Augennerv.
Az Adductor der Lunge.
Bg Buccalganglion.
Bt Buccaltasche.
Cc Cerebralkommissur.
Cg Cerebralganglion.
Cp Constrictor des Pharynx.
D Darm.
Dr Drüsen des Mantels.
Ed Enddarm.
Er Extensor der Radula.
Es Eingeweidesinus.
F Fuß.
Fv Fußvene.
G Gehäusemuskel.
Gp Papille des Hodens.
H Herz.
Haz hinterer Adductor der Zunge.
Hfa hintere Fußarterie.
Hl Hinterlippe.
Hln Nerv der Hinterlippe.
Hk Herzkammer.
K Kiefer.
Kg zuführendes (rechtes) Kiemengefäß.
Kg' abführendes (linkes) Kiemengefäß.
Ki Kieme.
Kib Kiemenblatt.
Kin Kiemennerv.
Kn großes Knorpelstück.
Kn' kleines Knorpelstück.
Knf Flügel des größeren Knorpelstückes.
Ko Kopf.
Lbc Labiobuccalkonnektiv.
Lg Labialganglion.
Lh Leibeshöhle.
Log linkes Osphradialganglion.
Lon linker Osphradialnerv.
Lrhl lateraler Retractor der Hinterlippe.
Ls Lateralsinus.
M dorsale Muskelschicht des Mantels.
M' mittlere Muskelschicht des Mantels.
M'' senkrechte Muskeln des Mantels.
Ma Mantel.
Md Magendarm.
Mh Mantelhöhle.
Ms Mediansinus.
N Mantelrandnerv.
N' zum Mantelrandnerv laufender Nervenast.
Ne Nephridium.
O Oesophagus.
Oo Ei.
P Pericardium.
Pc Pedalkommissur.
Pg Pedalganglion.
Pk Protractor des Kiefers.
Pn Pedalstrang.
Pr Protractor der Radula.
Pz Protractor der Zunge.
R Radulatasche.
Rh kolbenförmiges Ende der Radulatasche.
Rhl Retractor der Hinterlippe.
Ron rechter Osphradialnerv.
Rpg rechtes Pleuralganglion.
Rr Retractor der Radula.
S Spermatocyte.
S' unentwickelte Spermaenkelzelle.
S'' sich entwickelnde Spermaenkelzelle.
Sa Sägemuskel des Kiefers.
Sp Speicheldrüse.
T Fühler.
Tn Fühlernerv.
V Mantelvene.
V' venöse Schicht des Mantels.
Vaz vorderer Abductor der Zunge.
Vc Visceralkommissur.
Vo Vorhof.
Z Zwitterdrüse.

Sämtliche Figuren betreffen Acmaea fragilis.

Tafel XVII.

Fig. 1. Ventralansicht. (Von Herrn WEHRLEN gezeichnet.)

Fig. 2. Dorsalansicht. Ein Stück des Mantels ist weggeschnitten, um den Fuß besser sichtbar zu machen. Cedernholzölpräparat. (Von Herrn WEHRLEN gezeichnet.)

Fig. 3. Darmkanal und Radula. Cedernholzölpräparat. Oesophagus und Speicheldrüsen durch Schnitte schematisiert.

Fig. 4. Querschnitte durch den Oesophagus. Dicke Linien bedeuten mit Cilien ausgekleidete Flächen. a) Oesophagealfurche. b) eben gebildetes Oesophagealrohr. c—f) Verschiebung der ursprünglich seitlichen Falten 1 und 2. e) und f) zeigen auch die Verschiebung der später entstandenen Falte 3.

Fig. 5. Horizontalschnitt, um die Lage der Zwitterdrüse und des Nephridiums zu demonstrieren. Aus 2 Schnitten zusammengesetzt.

Fig. 6. Querschnitt, um die Lage der Blutgefäße und des Nephridiums zu zeigen. a) durch den vorderen, b) durch den hinteren Körperteil.

Fig. 7. Mantelquerschnitt, um die Anordnung der Blutgefäße und Drüsen zu zeigen.

Fig. 8. Buccalganglion. Aus Schnitten schematisiert.

Fig. 9. Kreuzung der Visceralkommissur.

Fig. 10. Ungekreuzte Visceralkommissur.

Fig. 11. Epithel der Fußsohle. Zeiß, Apochr. Hom. Im. 2 mm, Ok. 6.

Fig. 12. Epithel des Mantelrandes. Zeiß, Apochr. Hom. Im. 2 mm, Ok. 6.

Fig. 13. Sekretorisches Epithel in der Nähe der Oesophagealfurche. Cf. Fig. 4 a. Zeiß, Apochr. Hom. Im. 2 mm, Ok. 6.

Fig. 14. Sekretorisches Oesophagealepithel. Zeiß, Apochr. Hom Im. 2 mm, Ok. 6.

Fig. 15. Flimmerepithel des Oesophagus. Zeiß, Apochr. Hom. Im. 2 mm, Ok. 6.

Fig. 16. Leberzellen. a) Blaßfarbige. b) Dunkelfarbige. Zeiß, Apochr. Hom. Im. 2 mm, Ok. 6.

Tafel XVIII.

Fig. 17. Radula. Flächenansicht.

Fig. 18. Radula. Seitenansicht.

Fig. 19. Zungenknorpel. a) Querschnitt durch den vorderen Teil. b) und c) Längsschnitt in der Ebene *bb* bezw. *cc*. d) Sagittalschnitt in der Ebene *dd*.

Fig. 20. Horizontalschnitt durch einen Teil der Kieme.

Fig. 21. Querschnitt durch den Kopf etwas hinter den Hinterlippen.

Fig. 22. Längsschnitt durch den Kopf, etwas links geführt.

Fig. 23. Schema des Nervensystems. Nach Schnitten und Dissektionspräparaten hergestellt.

Tafel XIX.

Fig. 24. Längsschnitt durch das Auge. Zeiß, Apochr. Hom. Im. 2 mm, Ok. 6.

Fig. 25. Schnitt durch den dorsalen Teil des Nephridiums dicht hinter der Nephridialpapille.

Fig. 26. Schnitt durch den dorsalen Teil des Nephridiums in der hinteren Körpergegend.

Fig. 27. Querschnitt durch den Hinterkörper, um die Lage der Zwitterdrüse zu zeigen.

Fig. 28. Schema des Hodenepithels.

Fig. 29. Ein Lappen der Geschlechtsdrüse im Zwitterzustand. Halbschematisch.

Fig. 30. Sich entwickelnde Spermatozoen. a) Frei gewordenes. Zeiß, Apochr. Hom. Im. 2 mm, Ok. 6. b) Mit der Spermaenkelzelle in Zusammenhang. Zeiß, Apochr. Hom. Im. 2 mm, Ok. 12.

Fig. 31. Jüngere Stadien der Spermatozoen. Zeiß, Apochr. Hom. Im. 2 mm, Ok. 6.

Fig. 32. Zellig-blasiges Bindegewebe vom Vorderteil der Zunge. Zeiß, Apochr. Hom. Im. 2 mm, Ok. 6.

Fig. 33. Knorpelzellen vom vorderen Teil der Zunge. Zeiß, Apochr. Obj. 4 mm, Ok. 4.

Fig. 34. Verästelte Bindegewebszellen. Zeiß, Apochr. Hom. Im. 2 mm, Ok. 6.

Fig. 35. Längsschnitt zweier sogen. quergestreifter Muskelfasern. a) Oberfläche. b) Achsenteil. Zeiß, Apochr. Hom. Im. 2 mm, Ok. 6.

Fig. 36. Glatte Muskelfasern vom Gehäusemuskel. Zeiß, Apochr. Hom. Im. 2 mm, Ok. 6.

Fig. 37. Querschnitt der sogen. quergestreiften Muskelfasern. Zeiß, Apochr. Hom. Im. 2 mm, Ok. 6.

Fig. 38. a) Blutkörperchen. b) Zwei vermutliche Teilungsstadien des Kernes. Zeiß, Apochr. Hom. Im. 2 mm, Ok. 6.

Neue Beiträge zur Morphologie der Hummerschere
mit physiologischen und phylogenetischen Bemerkungen.

Von

Dr. Hermann Stahr,
Assistenten am Kgl. Anatomischen Institut zu Breslau.

Hierzu Tafel XX und XXI und 1 Figur im Text.

I.

Die folgenden Bemerkungen, die ich über die eigenartige Gestalt der Chelae des gemeinen Nordseehummers (Homarus Edw. vulgaris Bel.) zu machen imstande bin, sind entstanden im Anschluß an einen zufälligen Fund, der gewiß denen willkommen sein wird, welche mit mir des gern citierten, trefflichen Roesel von Rosenhof Worte, mit denen er über die Dürftigkeit der Befunde klagt, hochhalten, und welche auch Herrick als Motto seiner Monographie über den amerikanischen Hummer vorangesetzt hat: „Wir finden zwar bei allen Scribenten der natürlichen Historie eine Beschreibung des Flußkrebses; wenn man aber alles, was sie von selbigem gesaget, zusammennimmt, so kommt so wenig heraus, daß auch hier das Sprichwort, Quotidiana vilescunt, was wir täglich vor Augen haben, achten wir nicht, allerdings einzutreffen scheinet."

Muß schon in diesem Sinne eine jede neue Beobachtung an sich von Wert erscheinen, so habe ich mich doch monatelang von der Mitteilung der folgenden Befunde abhalten lassen, weil ich die Sache gewissermaßen erst zu Ende zu denken d. h. die weiter gehenden Schlußfolgerungen zu ziehen verlangte. Das ist nun in Teil II, auch äußerlich von I getrennt, niedergelegt. Dort werden

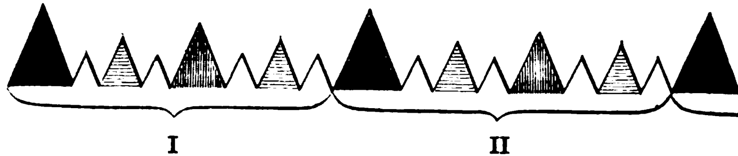
Gesinnungsgenossen das diesbezügliche finden; wer nicht so geartet ist, wird die Thatsachen (Teil I) hinnehmen müssen, selbst wenn er mit dem folgenden nicht einverstanden ist. Diese Schlüsse ergaben sich für mich, wie gesagt, als eine Notwendigkeit aus dem Vergleiche mit analogen Erscheinungen.

Ich werde nun hier in derselben Reihenfolge vorgehen, wie ich selbst an meine Untersuchungen herantrat, d. h. zuerst die Beobachtung an der Hummerschere darstellen, an die sich meine ferneren Untersuchungen anreihten. Dann werde ich die Autoren anführen, die sich über die besondere Gestalt der Hummerschere verbreitet haben; und schließlich meine eigenen weiteren Untersuchungen, die sich anschlossen, mitteilen nebst den davon ausgehenden Erwägungen und Erklärungen.

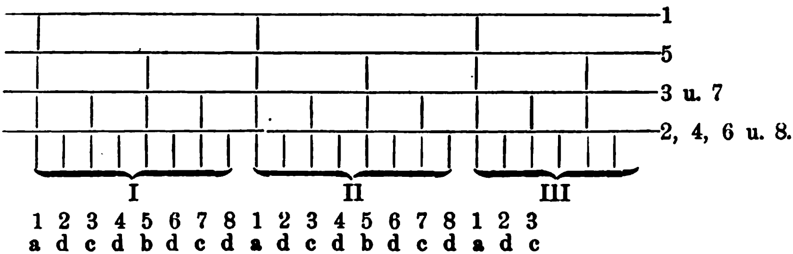
Von den drei scherentragenden Brustbeinpaaren des Hummers ist bekanntlich das vorderste enorm vergrößert, und die letzten zwei Glieder sind zu riesigen Scheren, den sogen. Chelae umgewandelt. Daß diese beiden Chelae an Größe und Stärke öfters differieren, dürfte gleichfalls bekannt sein, weniger jedoch, daß diese beiderseitigen Bildungen in der Regel ganz typische Unterschiede untereinander erkennen lassen. Diese qualitativen Unterschiede werde ich weiterhin ausführlicher beschreiben. Hier sei nur erwähnt, daß die eine derselben zarter, länger gestreckt, eleganter in ihrem Bau ist; ihre Kau- oder Greiffläche weist eine Reihe kleiner, feiner Zähnchen auf. Die andere dagegen ist dicker, plumper, gröber; ihre Greifflächen besitzen derbe, grobe Höcker. In Bezug auf diese Ausstattung mit feinen Zähnchen und groben Knoten oder Höckern nenne ich sie kurz: Zähnchenschere und Knotenschere.

Eine solche graciler gebaute Zähnchenschere, anscheinend ein sehr schönes und regelmäßig gestaltetes Stück, habe ich mir zurückgelegt aus reiner Freude an der schönen Bildung, wie man eine besonders vollkommen ausgebildete Muschel vom Strande aufliest und zu sich steckt. Bei einer näheren Betrachtung fand ich nun, daß die feinen Zähnchen, welche auf der Höhe der Walzenseiten nach innen zu, die hier etwas kantig sind — ich sage kurz: auf den Greifflächen stehen, in ganz regelmäßigen Intervallen wiederkehrend, größere und kleinere Elemente aufweisen. Als ich dann die einzelnen abzählte, ergab sich eine 8-stellige Periode, in der Art, daß innerhalb einer Periode vier verschiedene Größen von Zacken zur Verwendung kommen. Ich lasse hier eine schematische Darstellung

folgen, welche das wiedergiebt, was sich an dem entsprechenden Scherenstück (Fig. 1 auf Taf. XX) vorfindet. Man vergleiche dies Schema 1 mit diesem Digitus mobilis der Fig. 1.



Sind schon hier durch die verschiedene Schraffierung der vier verwendeten Zähnchenstärken die Verhältnisse an Fig. 1 Taf. XX genau erläutert, so mag noch das zweite maßstabähnliche Schema die Wiederkehr und die Höhen der Zacken klarlegen. Es ist ersichtlich, daß in Schema 2 die arabischen Zahlen die Stellen in einer Periode wiedergeben, die Buchstaben darunter bezeichnen die Zackenstärken: und zwar a die stärkste und höchste, d die schwächste und niedrigste.



So leitet a immer die neue Periode ein; auch die nächste Größe b kommt innerhalb einer Periode nur einmal zur Verwendung, an Stelle 5; die anderen ungeraden Stellen 3 und 7 sind mit der dritten Größe c besetzt; alle geraden Stellen dazwischen mit Größe d. Die römischen Zahlen geben, wie auch in Schema 1, die Zahl der Wiederholungen der Periode an. Fünfmal erscheint an manchen Scheren die Achterperiode, dann folgen nach vorn etwa 5, nach hinten mehr kleinere, seichtere und unregelmäßige Zähnchen.

Ich hatte natürlich sofort Verlangen, an einer größeren Anzahl von Scheren nachzusehen, ob dieses Verhältnis immer besteht, fand es dann auch mit geringen Modifikationen in vielen Fällen rein und klar vor und erfuhr von einem ausgezeichneten Fachmanne auf diesem Gebiet, daß bisher kein Forscher die Aufmerksamkeit hierauf gelenkt hätte.

Dies genügte mir, um mich nach weiterem Material umzusehen, und es gelang mir leicht, aus einer hiesigen Weinhandlung, wo ich bereitwilliges Entgegenkommen fand, eine Zahl von 55 „erledigten“ Scheren zu erhalten. Außerdem nahm ich überall da, wo ich ganzer Exemplare, lebender wie gekochter Hummern, ansichtig wurde, die Gelegenheit wahr, die Sache auch hier zu verfolgen.

Inzwischen hatte ich mich in der Litteratur umgesehen und will hier zunächst die Angaben über die Gestalt der Hummerschere, die ältere und jüngste Autoren machen, aufführen. Wenn ich jenen gerecht geworden bin, werde ich, teils an die einzelnen, von den Autoren hervorgehobenen Punkte anschließend, teils am Schluß der Litteraturbetrachtung meine eigenen Beobachtungen bringen.

Schon in Oken's Allgemeiner Naturgeschichte finde ich unter dem Artikel Hummer die Angabe, daß ihm ungleiche Scheren zukommen. Wir erfahren hier aber nicht, ob diese Ungleichheit nur in der Größe liegt, wie bei vielen Verwandten (Palaemoniden, Brachyuren), oder ob sie eine Ungleichartigkeit ist, im Wesen der Bildung besteht, wie es wirklich der Fall ist. Die Entdeckung dieser wesentlichen Verschiedenheit nimmt aber bereits der scharfsichtige Roesel von Rosenhof, der 1755 schrieb, für sich in Anspruch. Er sagt (l. c. S. 345) vom Hummer: „Es haben nämlich dieselben allerzeit zweierlei Scheren, indem die eine dicker, breiter und stärker als die andere, dabei aber nicht viel länger ist. Dieses wird man an den Hummers allezeit, an unsern Krebsen aber niemalen finden, ausgenommen, wenn selbige etwann eine Schere verloren haben, an deren Stelle hernach eine andere wächst, welche anfangs nicht anders als kleiner sein kann.“ Wie weit diese Angaben der Wirklichkeit entsprechen, wie viel zu berichtigen und hinzuzufügen ist, wird weiterhin besprochen werden, hier sei nur noch hinzugefügt, daß bereits Roesel, was von Herrick durch große Zahlen neuerdings bestätigt worden ist, auch gesehen hat, wie die Verteilung der beiden Scherenarten auf die rechte und die linke Seite keine bestimmte und unabhängig von dem Geschlechte des Tieres ist.

Weit mehr aber giebt Cuvier unter Astacus marinus (S. 173), ja fast alles, was ich über die äußere Gestalt der Chelae überhaupt habe finden können. „Die vorderen (d. h. vordersten) Scheren sind ungleich, sehr groß; die größte (d. h. von beiden die größere) ist eiförmig, mit dicken Mahlzähnen; die andere ist länger

gestreckt, mit vielen kleinen Zähnen.“ Bemerkenswert ist dabei, daß CUVIER der Kaufläche Beachtung geschenkt hat, aber auch die Zähne der Knotenschere sind wenigstens nur zum Teil Mahlzähnen ähnlich. Ich werde hierauf genauer zurückkommen. Im allgemeinen kann ich die Darstellung nach Prüfung von 52 lebenden Hummern bestätigen: die eiförmige ist dem Volumen nach, aber nicht der Länge nach die größere bei ein und demselben Exemplare; nur selten übertrifft diese, immens aufgetriebene, eiförmige, wie wir noch sehen werden, die andere auch an Länge; sonst ist sie kürzer, plumper, erscheint sogar als die deformierte.

Ich möchte hier gleich die von demselben Autor unter „Decapoden“ (S. 88) gegebene Beschreibung und Nomenklatur der großen Schere anführen: „Die beiden vorderen Füße und bisweilen selbst die zwei oder vier folgenden sind scherenförmig. Das vorletzte Glied ist ausgedehnt, zusammengedrückt, handförmig; sein unteres Ende verlängert sich in eine kegelförmige Spitze, die eine Art von Finger darstellt, einem anderen entgegengestellt, den das letzte Glied oder der eigentliche Tarsus bildet. Dieser ist beweglich und hat den Namen Daumen erhalten. Der andere ist unbeweglich und wird für den Zeigefinger gehalten (pollex-index) [„uneigentlich“! bemerkt der nette Herausgeber]. Diese beiden Finger werden Kneipzangen (mordans) genannt. . . . . Man nennt das vorletzte Glied (carpus) Handwurzel. . . . . Der Körper einiger Langusten [Hummern in unserem Sinne] erreicht 3 Fuß Länge. Ihre Scheren sind, wie man weiß, sehr zu fürchten und haben bei einigen der größeren eine solche Kraft, daß man gesehen hat, wie sie eine Ziege aufheben und schwebend erhalten können.“ [Hier hätte das „uneigentlich“ des Herausgebers wohl besser Platz gefunden.]

HUXLEY (S. 18) nennt in seiner berühmten Studie „Der Krebs“ das vorderste Brustbeinpaar die „Greiffüße“, welche mit ähnlichen, aber sehr viel größeren Scheren ausgestattet sind als die unmittelbar darauf folgenden zwei Paar Scherenfüße. „Sie führen oft den besonderen Namen (chelae) Scheren, und das große Endglied heißt die Hand.“ Um Verwirrung zu vermeiden, schlägt HUXLEY vor, man möge diese vordersten Gliedmaßen die Scherenfüße *κατ᾽ ἐξοχήν* (forcipes) nennen und den Namen Schere (chela) auf die beiden Endglieder beschränken. Betreffs der Funktion (siehe Teil II weiter unten) spricht sich HUXLEY dahin aus, daß die übrigen Beinpaare, auch das zweite und dritte, kleine Endzangen tragen, die zum Gehen und Festhalten dienten, die Scheren-

füße dagegen zum Ergreifen der Beute und zum Verteidigen. — In dem Abschnitte, welcher von der vergleichenden Morphologie des Krebses handelt, ist (S. 207) ein Homarus vulgaris abgebildet, dessen Scheren typisch verschieden sind. Die rechte ist die ovoide, aufgetriebene, gröbere, dabei sogar kürzere Form, ihre Kaufläche — wenn ich mich der Kürze wegen wieder dieses Ausdruckes bedienen darf — zeigt grobe, knotige Auftreibungen. Die linke dagegen ist graciler, mehr lanzettlich und entspricht einer Zähnchenschere, an der ich die Periode der feinen Zacken nachweisen konnte, obgleich das letztere in der Abbildung nicht zu sehen ist. Ihr Carpus, das 6. Glied, ist eher länger als das entsprechende auf der rechten Seite, kaum schmäler, und dennoch eleganter, graciler. Auch die marginalen Höcker Herrick's (siehe weiter unten) sind in der Abbildung ganz richtig, rechts stumpfer und kürzer, links spitzer eingezeichnet. Die Glieder 1—5 ferner sind rechts an der groben Knotenschere kaum merklich stärker entwickelt, als links. Die größere Länge der linken Chela (6. und 7. Glied) kommt auf Rechnung der Finger und betrifft den festen ebenso wie den beweglichen, nicht den Carpus.

Ich führe hier natürlich nur einige der bekanntesten und hervorragendsten systematischen Werke an, die mir gerade zur Hand sind, ohne auf Vollständigkeit hinaus zu wollen. Weshalb Leunis und andere diese Bildung gar nicht erwähnen, ist leicht verständlich, da gerade die Scheren der Crustaceen für das natürliche System der Tiere gar nicht zu brauchen sind: Im übrigen Baue nahestehende Arten divergieren durchaus in Bezug auf die Scherenbildung, und zwar nicht nur in der Stärke der Ausbildung, sondern im Vorkommen solcher Bildungen überhaupt. Leunis' Synopsis erwähnt also nichts von der Ungleichheit der großen Scheren. Ebenso fehlt unter den Lehrbüchern in Claus jeder Hinweis, während Boas sagt (S. 234), daß von den gewaltigen Scherenfüßen, welche das erste Brustfußpaar darstellen, der eine, bald der rechte und bald der linke, kräftiger und mit plumperen Zähnen ausgestattet sei, als der andere.

Gerstaecker giebt in Bronn's Klassen des Tierreichs weitgehende Auskunft über das Vorkommen der Chelae. Es heißt dort, (Decapoda S. 883, Lokomotorische Gliedmaßen): „Die sehr viel allgemeiner unter den Decapoden verbreitete und für dieselben gewissermaßen als charakteristisch betrachtete eigentliche Schere (Chela), wie sie u. a. beim Flußkrebs, Hummer, Aeglea, Pagurus und Galathea, Stenopus und

Callinassa, teils am ersten Bein allein, teils auch an den folgenden auftritt, ist .... durch eine einseitige fingerförmige Verlängerung (Digitus fixus) des vorletzten Beingliedes, welche bei horizontaler Lage der Extremität seinem Außenrande entspricht, und ferner dadurch charakterisiert, daß das letzte (siebente) als beweglicher Finger (Digitus mobilis), welcher am Innenrande des sechsten Gliedes eingelenkt ist, sich jener seiner Verlängerung gegenüberstellt. .... Einer derartigen Umwandlung eines Beines in eine Schere ist nun bei den macruren Decapoden ein sehr weiter Spielraum gesetzt, indem sie an jedem beliebigen Paar eintreten oder auch gänzlich fehlen kann." Nun werden Beispiele genannt, welche Familien, Gattungen aus Familien, Arten aus Gattungen betreffen, wo da und dort Scheren in großer und geringer Ausdehnung vorkommen, gleich und ungleich nach dem Geschlecht. Bei Astacus, Homarus, Nephrops, Stenopus, Penaeus, Sicyonia und Euphema finden sich an den drei ersten Beinpaaren Scheren, bei anderen am ersten und letzten, wieder anderen auf die beiden ersten u. s. w. beschränkt.

Hieraus geht zur Genüge hervor, daß die Scherenbildung in systematischer Hinsicht wenig Berücksichtigung verdient. Dabei kann aber doch ihre Morphologie gerade das höchste Interesse hervorzurufen geeignet sein, und zwar um so mehr, je evidenter ihre ungemeine Fähigkeit zur Anpassung an die Funktion und entsprechender Umgestaltung hieraus hervorgeht.

Weiter interessiert uns noch aus Gerstaecker's Angaben, daß bei Decapoden eine mehr oder weniger hoch gesteigerte Asymmetrie der Hauptscheren, welche bald die linke, bald die rechte betrifft, häufig vorkomme. Es sei mit dieser einseitigen Vergrößerung zuweilen auch eine Deformation verbunden. Dies sei aber bei Macruren ungleich seltener als bei den Brachyuren. Die Astacinen (Homarus, Nephrops, Astacus) hätten symmetrisch gebildete Scheren. Dies entspricht nicht den wirklichen Verhältnissen, wenigstens was Homarus vulgaris betrifft; vielmehr ist die Ungleichheit der Chelae gerade hier eine ausgesprochene und qualitative, wenn sie auch gerade hinsichtlich der Größenverhältnisse mehr zurücktritt, wie bei Pagurus und vielen Brachyuren (davon später); Homarus weist trotz der Einschränkung, die wir hier noch zu machen haben, für gewöhnlich typisch ungleiche Scheren auf. Diese beiden Typen sind, wie wir gesehen haben, von den

meisten Forschern, welche diesen Dingen überhaupt ihre Aufmerksamkeit schenkten, konstatiert worden. Diese beiden Formen erscheinen ferner nicht als flüssige, sondern fest, wohl charakterisiert, ohne Uebergänge oder weitgehende Variationen. Doch ergiebt eine genaue Prüfung eines jeden Stückes sehr seltene Bildungen, die ich weiterhin besprechen werde. Von den Autoren sind Uebergänge noch nie gesehen worden.

Herrick giebt im 9. Kapitel seiner Monographie (S. 143) an, er habe in 2433 Fällen untersucht, auf welcher Seite die „crushing claw“ [Knackschere, die ovoide, kräftige Form mit den derben Höckern], gesessen habe, und spricht als Resultat aus: „the large (crushing) claw occurs about as frequently upon the right side of the body as upon the left without distinction of sex.“ Man sieht, dies entspricht meinen bisherigen Angaben; aber nun fügt Herrick etwas Neues hinzu. Er fand in 3 Fällen gleichartige Scheren (similar claws) auf beiden Seiten, und zwar waren diese beiden stets von dem länger gestreckten, gracileren Typus mit den periodischen Zacken, wie er sie nennt: „cutting claws“. Ein einziges Tier, so wurde ihm „reported by a fisherman“, soll auf beiden Seiten crushing claws gehabt haben; er selbst hat dies aber nie gesehen, und ich kann, gestützt auf mein kleines Material von 52 Hummern, nur bestätigen, daß dieselben sich nicht finden. Wichtig aber für weitere Schlußfolgerungen erscheint es mir, daß Exemplare mit gleichartig gebauten Scheren, wie sie Herrick zum ersten Male beschreibt, bei unserem Hummer entschieden häufiger sind, als wie es sich nach Herrick's Statistik erwarten ließe. Ich fand dies Vorkommnis unter den 52 Fällen schon 4 mal. Deshalb erscheint mir dies recht bemerkenswert, weil auch in anderer Beziehung der amerikanische Hummer in seinem Bau von unserem europäischen verschieden ist. Nach Leunis betrifft dieser Unterschied allerdings nur den Hirnstachel, welcher bei der nordamerikanischen Art an seiner Unterseite nahe der Spitze zwei kegelförmige Zähne tragen soll; aber er ist doch vorhanden.

Die Charakteristik der beiden normalen Scherentypen, die Herrick dann giebt, richtet sich auf die Dornen, besonders die marginal spines, welche, wie er selbst sagt, sehr variieren und unser Interesse nicht zu beanspruchen imstande sind; die wesentlichen Differenzen der beiden Scheren werden eingehender nicht erörtert, insbesondere die Greiffläche mit ihren Hervorragungen nicht besprochen.

Ich gehe nun dazu über, die Scherentrümmer genauer durchzusehen, welche ich mir aus der Weinhandlung besorgt hatte. Es ist hier das 7. d. h. das bewegliche, letzte Glied getrennt von dem Carpus mit dem Digitus fixus, bis auf wenige Scheren, die besser erhalten sind. Zähle ich das 6. und das 7. Glied getrennt, so habe ich 52 Stücke, die der Zähnchenschere (cutting claw HERRICK's) zugehören, 58 dagegen, welche dem Typus der groben, aufgetriebenen Knotenform entstammen. Ein jedes Glied kann im Moment als der einen oder anderen Art angehörig bezeichnet werden. Was die Zahlen anbetrifft, so müßten nach meiner obigen Angabe, daß Exemplare mit 2 schmalen gezähnelten Scheren recht oft bei unserem Hummer vorkommen, offenbar mehr von dieser Art dabei sein; indessen erklärt sich dieser Fehler daraus, daß die durchweg dünnwandigere Zähnchenschere leichter einer totalen Zertrümmerung ausgesetzt war, als die andere, und deshalb mehr von der dicken Sorte für mich aufbewahrt wurden.

Zunächst nehmen wir die letztere, deren Wand durchgängig mächtiger ist, als die schmälere, zur genaueren Prüfung vor. Die meisten dieser Scheren sind so fest gebaut, daß der kräftigste Druck zwischen Daumen und Zeigefinger der rechten Hand sie nicht zerbrechen kann. Am dickwandigsten ist das Endglied, der Digitus mobilis. In den Höckern der Greiffläche beider Glieder finden wir eine ausgesprochene Regelmäßigkeit derart, daß stets zwei Elevationen vorhanden sind. Die proximale Erhöhung ist breit, und es finden sich alle möglichen Formen, welche zum Vergleich mit Back- und Molarzähnen auffordern. Dieser Höcker liegt am beweglichen Gliede mehr an der Basis (proximaler), am festen weiter zur Spitze hin. Es greift also der Mahlzahn des festen Gliedes zwischen die beiden Zähne des beweglichen ein. Vor diesem charakteristischen Höcker finden sich am festen Gliede meist zwei Höcker, als quere, niedrige Wülste, die aber oft zu je zwei, wieder neben einander liegenden geteilt sind; am beweglichen dagegen nur ein kurzer Wulst, wodurch eben der Mahlzahn des beweglichen Gliedes weiter an das Gelenk hin zu liegen kommt. Die zweite Elevation ist weniger breit, erinnert also mehr an die Form des Schneidezahnes. Auch diese zweite Erhebung liegt an dem festen Gliede viel weiter an der Spitze. Diese selbst ist beiderseits scharf und kommt in der äußeren Gestalt — wenn das Gebiß der höchst stehenden Säugetiere einmal zum Vergleich her-

angezogen werden soll — dem Eck- oder Reißzahne gleich. Wenn die Schere schließt, so kommt der scharfe Zahn des medialen Gliedes stets ventral zu liegen.

Zwischen diesem breiteren und schmäleren Zahne und zwischen dem schmäleren und der Spitze liegen aber kleine und kleinste Zähnchen, die an manchen Exemplaren nur angedeutet, wie seichte Einkerbungen des Randes erscheinen, an anderen aber deutlich größere und kleinere Elemente miteinander abwechselnd erkennen lassen. Sie erreichen nicht die Kaufläche und sind besonders ausgeprägt an der längeren Strecke, welche am beweglichen Gliede zwischen der Spitze und dem ersten schmäleren Höcker liegt. In dieser Strecke zählt man bis 22 spitze Zacken, die in regelmäßigen Abständen etwas höhere und stärkere Elemente zeigen. Das entspricht den meisten Fällen, die weniger verwischt sind. Dem zweiten mehr nach der Spitze liegenden Höcker sitzen öfters seitlich diese Zähnchen auf, und in einem Teil der Fälle erscheint er ganz und gar gezähnelt, so daß sich die Zähnchen auf dem ganzen Scherenrande der Greifseite auch über seine Höhe ohne Unterbrechung fortsetzen. Sehr selten, nur in 2 Fällen, geht auch der breitere proximale Höcker diese Zähnelung ein. Aber diese wenigen Fälle sind sehr lehrreich, weil sie das Prinzip der Zähnelung in Verbindung mit dem des groben Höckers an der ganzen Länge der Schere zeigen, während dasselbe meist verwischt ist, wie wir es oben beschrieben.

Beide Typen können so weit zusammengehen, daß man füglich von einem Uebergange der beiden durchaus charakteristischen Bildungen sprechen kann. Das Auffallendste der Art ist in Fig. 7 wiedergegeben, das einzige derartige Exemplar meiner Sammlung, bei dem ich durchaus nicht bestimmt, wie ich oben sagte, entscheiden konnte, ob ich es mit einem Stücke einer ovoiden Höckerschere oder einer gracilen Zähnchenschere zu thun hätte. Betreffs aller dieser Scheren verweise ich auf die Abbildungen 4—7 und auf die Erklärungen zu denselben. Aus einem viel größeren Materiale, als dem meinigen, dürfte es ein Leichtes sein, lückenlose Serien von Uebergangsformen zusammenzustellen, aber immerhin sind solche Stücke wie Fig. 7 gewiß sehr selten. Als ich das in Fig. 7 abgebildete Stück gefunden hatte, hielt ich das Suche nnach weiteren „Vermittlern“ für unnötig, da dies eine deutliche Sprache spricht.

Weiter unten wird nun noch an typischen Zähnchenscheren

gezeigt werden, daß zwei Stellen (Druckstellen) für die erste Entwickelung von Knoten an der Zähnchenschere als bevorzugt gelten können. An diesen Knotenscheren aber fanden wir, um es noch einmal zu erwähnen, allmählich ineinander übergehende Bildungen, von denen einzelne derbe ungeteilte Knoten und dazwischen nur seichte Einkerbungen aufwiesen, andere schon eine Zähnelung zwischen den Knoten, weiter andere eine Zähnelung, die deutlicher ist, die Knoten mit betrifft, sich über diese wie ein Zackenkamm fortsetzt, bis wir zu solchen Scheren kommen, die der ganzen Länge nach gezähnelt sind, manchmal regelmäßigen Größenwechsel der Elemente, Anklänge an die Periode, aufweisen und an Stelle der Knoten nur schwache Elevationen, aber stets unverkennbar die Zweizahl der Knotenschere, enthalten.

Hiermit stelle ich also einen Uebergang fest zwischen der Knotenform und der Zähnchenform. Letztere weist die von mir gefundene Periode auf, und ich werde jetzt näher auf sie eingehen.

Gleich zu Anfang hatte ich gesagt, daß jenes Exemplar, an welchem ich die 8-stellige Periode gesehen habe, besonders schön ausgeprägt und regelmäßig gestaltet war. Ich weise wieder auf Fig. 1 hin. Die Periode ist lange nicht in allen Fällen so deutlich, dann aber sind die Zäckchen oft auch weniger scharf gebildet. Mit der feinen Ausbildung der Schere und ihrer Zacken geht die Deutlichkeit der 8-stelligen Periode Hand in Hand. Kehrt sie in Fig. 1 fünfmal deutlich wieder, so ist sie in Fig. 2 sogar fast sechsmal vorhanden. Nach vorn und hinten verstreicht sie, und es finden sich hier unregelmäßigere Zacken, die aber doch als verlöschtes Bild der Periode auftreten. Wer Fig. 1 und 2 betrachtet hat, findet auch in Fig. 3, einem 6. Gliede, die Periode, nur daß hier noch ein Zweites hinzukommt. Stets auf der ventralen Seite dicht an der mit den Zähnchen besetzten Kante liegt ein größter Zahn, der an dieser Stelle die Periode ganz verstreichen läßt; er dient beim Schluß der Schere, welche ebenso wie bei der anderen Form derartig erfolgt, daß das bewegliche Glied an der Spitze ventral übergreift, dazu, einen kleinen Zwischenraum zu bewahren. Jedenfalls ruht auf ihm das Endglied, welches gegenüber eine kleine Vertiefung aufweist, dicht ventral neben der Zackenperiode.

Oefters sind an dieser Stelle, wo der offenbar als Sperrzahn anzusehende Höcker des 6. Gliedes aufruht, einige Zähnchen des 7. Gliedes dorsalwärts abgebogen. Ueber Lage und Form dieses Sperrzahnes ist noch folgendes zu sagen. Vom Gelenk zur

Spitze gerechnet, liegt der Zahn ziemlich genau auf der Grenze zwischen erstem und zweitem Drittel. An einer Schere, wo ich soeben nachmesse, ergiebt sich für die Gesamtlänge 60 mm, die Spitze des Sperrzahnes zeigt auf 22. Dies Verhältnis stimmt ziemlich genau auch an den übrigen. Betreffs der Lage dieses wichtigen Zahnes muß ich noch etwas hervorheben, was für spätere Auseinandersetzungen unerläßlich ist: Betrachtet man das 6. Glied einer linken Schere von der Greiffläche aus, so begrenzt die breite Fläche (welche einen Teil einer Walze darstellt) links (dorsal) eine konvexe, rechts (Unterseite, ventral) eine gerade, oft eher konkave Linie. Stets parallel mit der ersteren läuft die Linie der Periode, auch mehr dorsal gelegen, während rechts davon, also der Mittellinie entsprechend, der Sperrzahn liegt. Dies wird vielleicht deutlicher durch eine Zeichnung (Fig. 8). Ebenso, wenn wir eine rechte Schere (deren sechstes Glied) von der Kaufläche aus inspizieren, finden wir diese Verhältnisse, nur natürlich entsprechend umgekehrt. Ein solches Stück bilde ich deshalb daneben (Fig. 9) auch noch ab, weil hier die Gestalt des Sperrzahnes ein durchaus abweichendes Verhalten zeigt, welches mir besonders wichtig erscheint. Der Zahn an dieser einzigen Schere ist breit und derb, den Mahlzähnen der ovoiden Schere durchaus ähnlich. Er reicht mit seinem rechten Rande in die Linie der feinen periodischen Zähnchen hinein. Seine Masse erfüllt aber die Mitte der Kaufläche, liegt also von hier aus wieder ventral. Leider fehlt mir das hierzu passende bewegliche Stück. Es wäre sehr interessant gewesen, zu sehen, wie sich an diesem Gegenüber die Stelle verhielt, wo der Zahn artikulierte.

Weniger deutlich ist diese mehr dorsale Lage der periodischen Zacken an den beweglichen (siebenten) Gliedern, da hier die Fläche, auf der die Zacken stehen, viel schmäler ist, einer Kante nahekommt. Dennoch wölbt sich die Walze auch hier mehr ventralwärts, und die Zacken liegen in der Verlängerung der ventralen Fläche. Uebrigens war bereits oben davon die Rede, daß (vergl. Fig. 1) die Periode, von innen betrachtet, wie auf einer Leiste aufgesetzt erscheint.

Die Form des Sperrzahnes ist — abgesehen von dem einen Fall (Fig. 9) — stets ein spitzer Kegel mit breiter Basis, breiter als die größten Zacken (Form a) der Periode. Die Höhe ist meist gewaltiger als Zacken a, wächst aber von solchen, die niedriger sind, bis zur (seltener) doppelten und (sehr selten) dreifachen Höhe. In zwei Fällen ist er nicht spitz, sondern weniger scharf,

etwas abgestutzt. Zugleich zeigt er der Masse nach hier seine mächtigste Entwickelung, und nach hinten (proximal) schließt sich an ihn noch ein zweiter Höcker an. An diese Fälle reihe ich ohne Zwang den der Fig. 9, so daß wir aus dem spitzigen, kleinen, außerhalb der Reihe gesetzten Sperrzahne in allmählichem Uebergange einen breiten, molarzahnähnlichen Knoten sich entwickeln sehen.

Dies ist nicht die einzige Stelle, wo an einer ganz offenbar dem Zähnchentypus angehörigen Schere Knotenbildung auftritt. An einem einzigen Exemplare, welches auch sonst (siehe unter a) 1. und 2.) bereits einen Uebergang dokumentiert (No. 10 meiner Sammlung, nicht abgebildet), werden die proximalen Zacken breit, backzahnartig. Schon viel weiter zur Knotenschere umgebildet ist das vorher erwähnte Exemplar der Fig. 7.

Der eben besprochene Sperrzahn ist auf vielen Abbildungen bei HERRICK und anderen zu erkennen, besonders deutlich bei HERRICK, Plate 14.

Auffallend ist es, wie die periodischen Zacken in einer einzigen schnurgeraden Linie angeordnet sind; Störungen dieser Formation, die relativ sehr selten sind, abgerechnet. Viele lassen, wie Fig. 1, welche von der inneren, ventralen Seite aus abgezeichnet ist, eine erhöhte Längskante deutlich erkennen, auf welcher die spitzen Zacken als Saum aufgesetzt erscheinen.

Die Abweichungen, welche sich in der Achterperiode finden, lassen sich folgendermaßen bestimmen:

a) Die Höhe der Zacken betreffend:
   1. da findet sich ein Stück, an dem die 5. und 1. Zacke gleiche Höhe haben, also scheinbar eine Viererreihe auftritt, aber es sind auch zugleich
   2. mehrere kleinere Zacken zusammengeschmolzen;
   3. zwei Stücke zeigen die Höhen der Zacken durchweg schlecht ausgeprägt, nur einmal eine deutlichere Periode;
   4. ein Stück hat sehr verlöschte Zähne, ganz unregelmäßig hoch, dabei alle sehr niedrig.

b) Die Zahl der Zacken betreffend:
   1. Periode verkürzt, d. h. es ist No. 1 und 5 stets deutlich, 1 höher wie 5, aber es fehlen öfters die kleinsten (Art d) an den geraden Stellen befindlichen Zähnchen. Also anders wie bei a) 1. dieser Aufstellung. Dies findet sich an einzelnen Stellen von 5 Stücken;
   2. Periode verlängert, anscheinend 10er und 12er Periode. Dies entsteht durch Verdoppelungen der kleinsten Zähn-

chen oder durch Einschiebung solcher hinter den Stellen 2, 4, 6, 8. Diese Abweichung findet sich am häufigsten an beiläufig 13 Stücken und betrifft nur Carpus-Glieder (sechste).

Zur Charakteristik dieser Zähnchenscheren gehört noch etwas anderes, nämlich daß an der ganzen Reihe entlang, innen und außen, besonders stark außen, d. h. dorsal, Tasthaare stehen, die die Zähnchen beiderseits begleiten; sie sind zu Büscheln angeordnet und fehlen an der Knotenschere. HERRICK hat, ohne darauf zu verweisen, diese Haarbüschel auch in seinen Zeichnungen (Plate 45 a und b) wiedergegeben, und es sind diese Behaarungen zum Teil gerade daran schuld, daß die Periode der Zacken an den vielen Photographien nicht zu sehen ist. Vor dem Anfertigen meiner Abbildungen, die unter der Lupe gezeichnet wurden, beseitigte ich die Haarbüschel mit dem Finger oder einem steifen Pinsel. Erwähnenswert ist schließlich noch, daß die Zähnchenschere in geringem Grade über die Fläche, nach der ventralen Seite hin, gebogen ist, und zwar sowohl der Digitus fixus des 6. Gliedes, wie das lose 7. Glied; letzteres etwas stärker.

Ich schließe hiermit meine Untersuchungen vorläufig und glaube doch manches Neue und Interessante beigebracht zu haben dadurch, daß ich die Aufmerksamkeit auf einen wichtigen Formenteil der Schere, nämlich die Greif- oder Kaufläche lenkte. Die Resultate dieser Betrachtungen lassen sich in folgenden 8 Punkten zusammenfassen:

1) In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle hat der europäische (wie der amerikanische, HERRICK) Hummer zwei typisch verschieden gestaltete Chelae (ROESEL), unabhängig vom Geschlecht der Individuen und in keiner bestimmten Verteilung auf die rechte oder linke Körperseite.

2) In seltenen Ausnahmefällen finden sich gleichartig gebaute Chelae (similar claws, HERRICK), und zwar sind dies stets dünnwandigere, gracilere Zähnchenscheren (cutting claws).

3) Beim europäischen Hummer findet sich dies Verhältnis bedeutend häufiger.

4) Zur Charakterisierung der plumperen, ovoiden Knotenschere ergiebt die Betrachtung der Greiffläche eine doppelte Erhebung von Höckern, die selten einheitlich, sondern, wie der ganze innere Rand, geteilt, gekerbt oder gezähnelt erscheinen.

5) Die längere, feinere Schere weist in den schnurgerade angeordneten Zacken vier Größen auf, die sich in einer 8-stelligen Periode vielmals wiederholen.

6) Neben dieser Periode steht ein Sperrzahn, der die Gestalt von Knoten der ovoiden Schere annehmen kann.

7) Obgleich die beiden Scherenformen durchaus typisch verschieden und die Formen keineswegs flüssige und so variable sind, daß sie ihren Charakter verlieren, so finden sich doch manchmal (sehr selten) wirkliche Uebergänge.

8) Charakteristisch für die Schere mit den periodisch angeordneten Zacken sind die Tasthaare, die sich hier in großer Ausdehnung finden.

II.

Nach diesen Feststellungen muß die Frage nun von großem Interesse sein, ob dieselben ausreichen, uns über folgendes aufzuklären: Repräsentieren die beiden Scherentypen des Hummers, die so charakteristisch auseinandergehen, phylogenetisch gleich alte Bildungen? Sind beide überhaupt aus einer indifferenteren Form, nach verschiedenen Richtungen hin divergierend, hervorgegangen? Oder haben wir Anhaltspunkte, die eine der beiden Formen als die ältere anzusehen, aus der heraus sich der zweite Typus gebildet hat, und welche von beiden ist dieser? Ich meine allerdings, daß meine Untersuchungen, trotz ihrer großen Beschränkung auf diese eine Species, dennoch diese Frage entscheiden können. Aber vorher wollen wir doch sehen, ob sich nicht mit Hilfe der Entwickelungsgeschichte des Tieres oder mit Heranziehung vergleichend-anatomischer Gesichtspunkte sichere Schlüsse ziehen lassen.

Sobald ich den Fund, von welchem meine Untersuchungen ausgingen, nämlich die periodischen Zacken der Zähnchenschere an mehreren Hummerscheren, bestätigt hatte, lag mir daran, an verwandten Decapoden diese Verhältnisse zu untersuchen. Obgleich mir zu diesem Zwecke von Herrn Prof. Chun in liebenswürdigster Weise und mit Interesse an meinem Funde die Thüren der zoologischen Sammlung geöffnet wurden, welche reich an Krebs-

tieren ist, so reichten die dort vorhandenen Exemplare ein und derselben Art doch nicht hin, bestimmte Aufstellungen zu machen, was dem Leser meiner obigen Untersuchungen verständlich erscheinen wird.

Die eine allgemeine Thatsache soll aber doch hier herangezogen werden, daß bei den Brachyuren, welche als phylogenetisch jüngste Formen anzusehen sind, auf beiden Seiten die dickschalige, grobe, knotenbesetzte Schere durchaus vorherrscht, während die beiden Scheren des dem Hummer am nächsten verwandten Makruren, des gemeinen Flußkrebses, offenbar der ganzen Form nach unserer Zähnchenschere viel näher stehen, als den deformierten, ovoiden Knotenscheren. Diese Schere ist es ja auch, welche bisweilen zu so ungeheurer Mächtigkeit anwächst, während das bei der anderen Form nicht beobachtet ist; exquisite Beispiele giebt Herrick Plate 15.

Hält man diese Thatsachen mit den oben aufgestellten acht Punkten, besonders deren No. 2 und No. 7, zusammen, so ist daraus folgende phylogenetische Entwickelung der Chela ersichtlich: Aus der Schere, wie sie Astac. fluviat. zeigt, bildete sich erst die von uns näher (No. 5, 6, 8 — auch 2 u. 3) beschriebene Zähnchenschere des Hummers heraus; später, erst aus einer von diesen Zähnchenscheren, entstand die Knotenschere. Sehr interessant sind in dieser Hinsicht Herrick's similar claws, die ich beim europäischen Hummer in größerer Zahl nachweisen konnte. Exemplare mit 2 Zähnchenscheren sind vollkommen entwickelt und nicht ontogenetisch jüngeren Formen entsprechend. Daß wir aber andererseits in der Entwickelungsgeschichte die Differenzierung der beiden Scherentypen erst später finden werden, ist selbstverständlich. Der Einblick, den mir die trefflichen Studien Herrick's in dieser Beziehung gewährten, ist zwar hinreichend, diese Annahme, die sich aus unserer Voraussetzung von selbst ergiebt, zu bestätigen, aber nicht zu dem Zwecke, um zu sehen, ob der junge Hummer in gewissem Alter (um 1 Jahr herum?) stets noch beiderseits Scheren trägt, die offenbar dem Zähnchentypus näher stehen (vergl. Fig. 36—39 der Herrick'schen Tafeln). Ich meine, besonders mit Hinweis auf Punkt 2 und 3 müßte sich das vorfinden, wenn unsere Anschauung die richtige ist.

Demnach wären wir auf Grund der vorliegenden Untersuchungen betreffs der jüngsten phylogenetischen Entwickelung der Krebsschere wohl imstande, die oben ausgesprochene Reihen-

folge der Formen aufzustellen, die durch weitere Untersuchungen wohl gestützt, aber kaum angefochten werden kann.

Kein Geringerer als Charles Darwin hat sich über die Gestaltung der Chela bis zur vollendeten Form, wie sie in der Schere von Astacus fluviatilis vorliegt, ausgesprochen. In seiner Entstehung der Arten giebt D. (S. 262 Abs. 2) im Vergleich mit den unvermittelt dastehenden Avicularien der Bryozoen eine kurze Uebersicht über die noch existierenden Uebergänge in den Formen der Crustaceenschere:

„Auf der ersten und einfachsten Stufe schlägt sich das Endsegment einer Gliedmaße herunter, entweder auf das querabgestufte Ende des breiten vorletzten Abschnittes oder gegen eine ganze Seite desselben, und wird hierdurch in den Stand gesetzt, einen Gegenstand festzuhalten; die Gliedmaße dient dabei aber noch immer als Lokomotionsorgan. Dann finden wir zunächst die eine Ecke des breiten vorletzten Abschnittes unbedeutend vorragen, zuweilen mit unregelmäßigen Zähnen versehen, und gegen diese schlägt sich nun das Endglied herab. Durch eine Größenzunahme dieses Vorsprungs und eine unbedeutende Modifizierung und Verbesserung seiner Form, ebenso wie der des endständigen Gliedes werden die Zangen immer mehr und mehr vervollkommnet, bis wir zuletzt ein so wirksames Instrument erhalten, wie die Schere eines Hummers.“

Auf die Differenzierung der Hummerscheren in zwei ganz verschiedene Typen ist dabei offenbar nicht Rücksicht genommen, sondern nur an die kräftigen Zangen gedacht, die in Gestalt der Chelae eben auch Astacus fluviatilis besitzt. Hieran würde sich die weitere Entwickelung der Chela, wie sie bei Homarus vorliegt, anschließen, und zwar in dem Sinne, wie ich es eben dargelegt habe.

Daß die Wirksamkeit der Zähnchenschere, wie wir sie beschrieben haben — und hiermit komme ich zur Funktion — nicht so einfach abzuthun ist, wie das die Forscher beliebt haben, auch nicht in der Weise einer cutting claw, gegenüber der crushing claw, wie Herrick annimmt, ist offenbar, wenn man sich — abgesehen von der hakenförmig umgebogenen Spitze, welche beiden Scheren zukommt, und welche gegen die Bildung der Flußkrebsscheren als ein Fortschritt aufzufassen ist — vor Augen hält, in wie vielen Punkten feststehende Differenzen im Bau der Scheren und ihrem Gesamthabitus bestehen, und wenn man dann, besonders in Bezug auf die Greiffläche, an die zweckentsprechende Gestaltung derselben denkt.

Die Entscheidung einer so prinzipiellen Frage, wie sicher man (hier im speciellen Falle und eben überhaupt) lediglich auf Grund des morphologischen Baues einer solchen Bildung auf die Funktion schließen kann, ohne biologische Vorstellungen aus Beobachtung der Lebensverhältnisse zu gewinnen, soll hier zwar nicht einmal angebahnt werden, indessen weise ich darauf hin, daß solche Schlüsse doch ganz auf der Tagesordnung sind, sei es daß es sich um analog gebaute Organe handelt, sei es für Organe, deren Funktion weder von der physiologischen Forschung, noch durch Beobachtung der Lebensgewohnheiten eine Beleuchtung erfahren haben. Als einzelnes Beispiel dieser Handhabung verweise ich nur, für den ersten Fall, auf eine Bemerkung W. FLEMMING's (der diesen Standpunkt mit weiser Einschränkung in seinem Aufsatze: „Ueber Organe vom Bau der Geschmacksknospen an den Tastern verschiedener Mollusken" vertritt — daselbst, S. 146); wegen des zweiten Falles habe ich selbst für die Seitenorgane der Fische in einer einzelnen Beobachtung aus dem Leben der Macropoden (Biol. Centralbl., Bd. 17, No. 7, S. 273—282) bestätigen können, wie richtig die lediglich aus morphologischen Beobachtungen aufgebauten Vorstellungen von der Funktion dieses Organes sind.

Eingehendere Beobachtungen aus dem Leben, welche für unsere Art und zu diesem Zwecke zu verwerten wären, fehlen aber hier durchaus, wie denn überhaupt die Lebensverhältnisse der Crustaceen sehr wenig bekannt sind (vergl. DARWIN, Geschl. Zuchtwahl, S. 294). Um nur eines zu nennen, so besitzen einzelne Kruster Scheren, die beim Begattungsgeschäft eine Rolle spielen und dem Zwecke des Festhaltens des Weibchens entsprechend gestaltet sind. Hierüber sind auch bei einigen Arten derselben ganz bestimmte Beobachtungen vorhanden. Nun ist aber die Begattung beim Hummer noch nie beobachtet worden, und es weist uns in der Gestalt der Scheren auch nichts darauf hin.

Ich suchte zuerst aus BREHM's Tierleben einige Daten zu gewinnen. BREHM spricht im allgemeinen von dem Raubleben, welches die meisten Arten führten, und wozu sie durch ihre Körperorganisation, unter anderem durch die starken Scheren befähigt seien. Auch bei Carcinus maenas (S. 11) weist die Beobachtung v. MARTENS' darauf hin, daß die Krabbe in der starken Schere eine mächtige Waffe besitzt. Die Kampflust der gemeinen Strandkrabbe unserer Nordseeküsten ist ja jedem bekannt, im BREHM wird dies (Dromia, S. 17) weiterhin ausführlich geschildert. Von Gelasimus (S. 9) heißt es: „Die Weibchen haben ganz schwarze

Scheren, bei den Männchen ist aber eine Schere enorm entwickelt, und bedient sich der Krebs derselben, um den Eingang zu seinem Erdloche damit zuzuhalten (s. auch DARWIN, Geschl. Zuchtwahl, S. 297)." Anders ist aber wohl mit DARWIN (ebenda) die Größe der Chela zu erklären, d. h. diese Funktion wird es wohl kaum sein, welche die Mächtigkeit derselben herangezüchtet hat. Vielmehr — wenn überhaupt die Krabbe sich der Schere gelegentlich zum Zuhalten des Erdloches wirklich bedient, wenn sie nicht eben nur da liegt, weil das Tier sie besitzt — ist die Größe der Schere ein Produkt der Zuchtwahl, und zwar der geschlechtlichen.

Dabei ist es ja nicht nötig, daß sie nur beim Männchen vorgefunden wird, aber die Größe kann auf diese Weise im konkurrierenden Kampfe der Männchen um die Weibchen herangezüchtet worden sein, wofür der Umstand spricht, daß in einzelnen Klassen (wie bei Gelasimus, Melita) solche Formen den Männchen allein zukommen, und daß bei den Crustaceen überhaupt oft die Männchen die Träger stärkerer Zangen sind (FRITZ MÜLLER, l. c. S. 12; DARWIN, Geschl. Zuchtwahl, S. 294).

Dennoch muß gesagt werden, daß bei keiner Art je der Kampf der Männchen um den Besitz der Weibchen gesehen worden ist. Aber DARWIN hält dies für wahrscheinlich, denn es gelte allgemein der Satz, das größere Männchen erlange diese Ueberlegenheit dadurch, daß es viele Generationen hindurch die Konkurrenten abgeschlagen habe. Nach SPENCER BATE nun seien bei den Crustaceen, und besonders bei den Brachyuren — nach HERRICK auch beim Hummer — die Männchen größer als die Weibchen.

Außer dieser Eigenschaft der Schere, der Kraft und Größe, welche dieselbe in den Dienst von Schutz und Trutz, und wie wir sahen, bereits in hervorragender Weise in den Dienst des Geschlechtslebens stellt, kommt Kraft, Größe und dann die besondere Formgestaltung, wie schon oben angedeutet, noch weiter für die Geschlechtsverhältnisse in Betracht. Hier dient uns vor allem wieder DARWIN's Werk als Fundgrube. D. erörtert die außerordentliche Verbreitung der Funktion des Festhaltens des Weibchens vor und bei der Begattung. Ein ausgeprägter Fall dieser Art ist eine von FRITZ MÜLLER beschriebene Species von Tanais, bei welcher zwei Formen von Männchen vorkommen; die einen haben zahlreichere Riechfäden, die anderen kräftigere Scheren. Ihre Ausbildung wird auf die Vorteile zurückgeführt, die für beide Formen auf dem Kampfplatze der Liebe gegeben waren. „Hier konnten", sagt FRITZ MÜLLER, „sie Vorteile über ihre Mitbewerber

erlangen, indem sie entweder ihre Weibchen besser aufspüren oder besser zu fassen vermochten. Die besten Riecher besiegten alle, die ihnen in dieser Beziehung nachstanden, wenn sie nicht andere Vorzüge, etwa kräftigere Scheren entgegenzustellen hatten. Die besten Packer besiegten alle schwächer bewaffneten Kämpen, wenn sie nicht andere Vorzüge, etwa schärfere Sinne ihnen entgegenstellten.“ Dieser Fall steht nicht vereinzelt da, und auch andere Körperteile werden bei den Crustaceen zu dem Zwecke des Festhaltens verwandt und umgestaltet.

Brehm sagt (l. c. S. 28) von Trypton spongicola (die Figurenbezeichnung ist falsch, das Tier rechts ist Trypton, links Pontonia): „Die Scheren des zweiten Fußpaares sind sehr entwickelt, und immer erreicht die eine, mehr als die andere vergrößerte, fast zwei Dritteile der ganzen Körperlänge.“ Weiter wird hier nichts hinzugefügt, aber aus dem Vergleich der Abbildung der Schere mit den von Fritz Müller und Darwin angeführten ist zu schließen, daß sie sich zum Festhalten des Weibchens ebenso gut eignen würde. Bei vielen Arten sind auch die Weibchen derart mit Anhängen versehen, daß sie gut gefaßt werden können. Eine zweite brasilianische Amphipodenart hat nach Fritz Müller (l. c., S. 16 ff.) ebenfalls zwei Formen von Männchen. Diese beiden unterscheiden sich durch die verschiedene Gestalt der Scheren, die bei beiden zum Festhalten des Weibchens dienen sollen.

Daß man aber oft nicht weiterkommt, wenn man ohne biologische Beobachtung nur die Form als solche vor sich hat, beweist Gerstäcker's Ausspruch (Bronn, l. c., S. 884 unten): „Eine äußerst schwache Scherenhand ist stets mit einem geißelartig gegliederten und stark verlängerten 5. Gliede des zweiten Beinpaares verbunden (Lysmata, Pandalus, Hippolyte, Alpheus, Nika, Athanas), und mit Rücksicht auf letzteres ihre Verwendung doppelt unerfindlich.“ Ebenso rätselhaft ist der besondere Zweck der ganz eigenartig gestalteten Schere des 4. Beinpaares von Coenobita, und es lassen sich wohl mehr Fälle hier anreihen.

Sind nun zwar die Beobachtungen nicht sehr reichliche, so wissen wir doch jetzt, worauf es bei der Funktion der Hummerschere ankommt, und wir können uns, auf diese Angaben gestützt, und mit Hinweis auf unsere morphologischen Beobachtungen vielleicht mit einiger Wahrscheinlichkeit über die Funktion der Scheren und über die Verschiedenartigkeit derselben bei den beiden beschriebenen Typen aussprechen.

Abweisen müssen wir danach, daß wir es mit einer crushing- und einer cutting claw in Herrick's Sinne zu thun haben. Sind die Zähnchen der letzteren schon spitz, so kann man doch eine Funktion des Schneidens beim Schluß der Scherenbranchen nicht annehmen. Weiche Teile, etwa Tiere, die zur Nahrung gehören, könnten wohl zerkleinert werden, doch ist nicht abzusehen, wieso diese Form in ihrer Regelmäßigkeit dazu angestrebt und schließlich in der Vollkommenheit erlangt worden sei, wie wir sie in vielen schön ausgebildeten Exemplaren vorfinden. Eine scharfe Schneide ist nicht einmal da, wie sie an Schneidezähnen gefunden wird, welche in der anderen Schere (vorderer Knoten!) gegeben ist.

Ich habe, nachdem mir der Vergleich mit der Säge keinen Anhaltspunkt bot, daß dieses Mordinstrument hier ausgebildet wäre, an eine Seih-Vorrichtung gedacht, wie sie in den Barten der Wale gegeben ist, jedoch bin ich hiervon bald abgekommen, da ich in der Nahrung der Tiere, die ebenfalls von Herrick auf Grund zahlreicher Magenuntersuchungen studiert worden ist, keinen Anhaltspunkt gefunden hatte.

Kamen aber, wie wir bereits gesehen haben, im Leben der Krebse, wenn wir an die Verwendung der Scheren als Waffen dachten, schon die Kämpfe untereinander im Dienste der sexuellen Verhältnisse weit mehr und recht eigentlich in Betracht, dagegen weniger das Erlegen von Beutestücken und das Bekämpfen fremder Feinde, so war in dem weit verbreiteten Vorkommen eines Ergreifens des Weibchens ein zweiter Hinweis auf das sexuelle Leben gegeben.

Die Konkurrenz des Spürsinnes (die Antennen als Träger des Geruchsorganes bei Fritz Müller) weist uns darauf hin, daß möglicherweise die von uns oben als charakteristisch für die Zähnchenschere hingestellten feinen Haarbüschel funktionell mit in Betracht kommen. Nach Claus handelt es sich hier um Tastorgane, vereinzelt und in Büscheln stehende Haare, welche sich auf Antennen, Tastern, Kiefern, Kieferfüßen und Beinen finden. Auch lehren die Untersuchungen Leydig's, daß die Antennen es sind, die die Riechfäden tragen. Die Zartheit der Wandungen der Zähnchenschere, die nicht zum Schluß kommenden feinen Zacken, in Verbindung mit dieser Thatsache der weitverbreiteten Tasthaare, weisen uns darauf hin, daß die Funktion dieser Bildung vielleicht außerhalb der Eigenschaft des Greifens, Packens und Knackens, welche der Knotenschere zukommt, zu suchen ist, wo-

bei sie doch in den Dienst des sexuellen Lebens gestellt sein kann. Dabei mag die Zange an der Spitze recht eigentlich viel besser, als an der Knackschere oder Knotenschere, die der groben Gewalt dient, zum Fassen angewendet werden, aber die einander zugewendeten Kanten mit ihrer Galerie periodischer Zacken und der diese einschließenden Reihen von Tasthaaren müssen zu einem anderen Zwecke so eigenartig umgebildet und ausgestattet sein.

Wenn ich nun doch hier für die Deutung der architektonisch so interessanten Zackenperiode und damit für die Funktion dieser Schere das Richtige gefunden haben sollte, so verdanke ich dies einzig der Leitung, die mir noch weiterhin Darwin's Werk gab. Imponieren nämlich solche mächtigen Bildungen wie die Scheren der Hummer in derselben Weise, wie Hörner und Geweihe am Kopfe der Tiere verschiedener Tierklassen dem Unbefangenen einzig als mächtige Waffen, so belehren uns doch aufmerksame Beobachtungen, daß die Mächtigkeit der Bildung auch dazu bestimmt sein kann — und oft allein so aufzufassen ist — auf das Auge anderer Individuen zu wirken.

Nichts war für mich so sehr ausschlaggebend, wie die Auseinandersetzungen an jener Stelle, wo Darwin von der Bedeutung der großen Hörner spricht, welche viele Coleopteren am Kopf- und Halsschild tragen. (Bekannte Beispiele hierfür sind der einheimische Nashornkäfer Oryctes nasicornis und der ziemlich seltene einheimische Geotrupes typhoeus.) Für diese Bildungen weist D. ebenso wie für den riesenhaften, geweihartig entwickelten Oberkiefer des Hirschkäfers (Lucanus cervus) die Ansicht zurück, daß wir hier Kampforgane gegen Feinde und auch in gewisser Beschränkung gegen rivalisierende Männchen vor uns haben (S. 330). Hiergegen spricht in vielen Fällen schon die Gestalt selbst, und dann liegen sorgfältige Beobachtungen der Entomologen vor, welche gerade bei den mit solchen Bildungen ausgezeichneten Arten die Kämpfe der Männchen vermissen. Auch spricht beredt dagegen der Umstand, daß bei vielen mit Hörnern versehenen Copriden die Männchen die Weibchen nicht an Größe übertreffen, was sonst — wie bereits oben hervorgehoben — der Fall sein müßte.

Diese und noch andere Erscheinungen sprechen dafür, daß die Hörner zu einem anderen Zwecke, nämlich um als Zierrat zu wirken, erworben wurden. Darwin selbst sagt, es mag dies auf den ersten Blick äußerst unwahrscheinlich aussehen; indessen bekennt er sich zu dieser Ansicht, und wir finden bei höheren Tieren Analogien in Menge.

Der Kampf von männlichen Hirschkäfern untereinander ist zwar oft beobachtet worden, indessen hält es D. wieder für sehr zweifelhaft, ob die Größe der Oberkiefer auf diese Weise erklärt werden kann. Bei einem nordamerikanischen Verwandten, Lucanus elaphus, werden diese Bildungen zum Ergreifen des Weibchens benutzt, und nun sagt D. wörtlich: „Da sie so auffallend und elegant verzweigt sind, so ist mir zuweilen die Vermutung durch den Kopf gegangen, daß sie den Männchen als Zierraten dienstbar seien, in derselben Weise wie die Hörner am Kopfe und Thorax der verschiedenen oben beschriebenen Species."

Es genügt wohl, diese Worte anzuführen, um zu zeigen, mit welcher Berechtigung wir auch im vorliegenden Falle bei einem anscheinend dem Kampfe dienenden Organe, einer gefährlichen Waffe, eine ganz andere Funktion zu vermuten haben.

Ich glaube allerdings nach diesen Erörterungen nicht fehlzugehen, wenn ich die beiden großen Scheren von Homarus vulgaris folgendermaßen anspreche: die schöne, regelmäßig und elegant gebaute, dünnwandige, mit periodischen Zähnchen und Tasthaaren versehene Zangenform als Schmuck- und Spürschere, die andere plumpe, ovoid umgestaltete, dickwandige, mit zahnähnlichen Knoten versehene Form als Knack- und Greifschere. Wie weit auch der letzteren Aufgabe, konkurrierende Männchen abzuschlagen und das Weibchen festzuhalten, diese Form in den Dienst sexueller Verrichtungen stellt, ist aus meinen obigen Angaben zu ersehen.

Daß es nicht so fern liegt, in der periodischen Zähnchen- oder Zackenreihe der Schmuck- und Spürschere eine Verschönerung, einen architektonisch-künstlerischen Schmuck zu erblicken, dafür soll hier noch auf die nahen Beziehungen zur Musik, Dichtung und Tanzkunst hingewiesen werden, wo wir es im Rhythmus, Takt, Versmaß, Komposition überall mit periodischen Folgen zu thun haben. Die Musikalischen unter meinen Lesern seien auf die Taktfolgen von Marsch- und Volksliedern hingewiesen und mögen, was die Einteilung eines einzelnen Taktes betrifft, die stärkere und geringere „Betonung" der Zacken unserer Achterperiode (der Schmuckschere) einmal mit der Betonung der Achtel im $^4/_4$ Takte vergleichen, wenn sie wie der Anfänger: Ei-ne, zwei-e, drei-e, vie-re zählen! Hier ist Ei- stärker als drei- betont, als dritte Stärke folgt zwei- und vie-, und die Endsilben treten ganz zurück (siehe oben das Maßstabschema 2).

Bei der Gliederung von Themen, Melodien herrschen auch die

8- und 4-taktigen wunderbarerweise vor; und dies ist in der klassischen Musik vorwiegend der Fall (vergl. BILLROTH's letzten Brief an JOHANNES BRAHMS v. 12./I. 1894, FISCHER's Sammlung). Ebenso verwendet die Poesie in ihren Versmaßen solche periodischen Folgen, es kommt stets auf periodisch wiederkehrende stärkere und geringere Betonung an. Chor und Reigentanz führen zum Uebergang vom Rhythmus in Musik und Poesie zum Rythmus der Bewegung, zum körperlichen.

So liegt es unserer Vorstellung ganz nahe, wenn wir uns denken, daß das Auge eines Krebstieres, indem es über die periodischen Zacken hinschweift, einen angenehmen Eindruck seines „Schönheitssinnes" empfängt.

Am Schlusse dieses mit II überschriebenen Abschnittes möchte ich noch besonders betonen, daß ich mich bemüht habe, betreffs der Erklärung der Funktion, wie der endgiltigen Ausgestaltung der Form, die der Funktion anzurechnen ist, das beizubringen, was wahrscheinlicherweise hierfür in Betracht kommt. Spekulation und Kombination müssen hier freien Lauf haben, und dennoch gäbe ich der speciellen Beobachtung den unbedingten Vorzug. Mir war es aber ein Bedürfnis, mich hierüber auszusprechen. Abschnitt II habe ich gerade auch äußerlich von I getrennt, wo ich Thatsachen und nächstliegende zwingende Schlüsse bringe, während nur Gesinnungsgenossen in II ihre Rechnung finden werden, weil hier auf einer viel breiteren Basis der Anschauung aufgebaut wird.

Im Texte herangezogene Litteratur.

1755 Roesel von Rosenhof, Der monatlich herausgegebenen Insektenbelustigung III. Teil, Nürnberg, S. 345 ff.
1835 Oken's Allgemeine Naturgeschichte, Bd. V a.
1836 Cuvier, Das Tierreich, Bd. IV, Leipzig.
1860 Franz Leydig, Ueber Gesichts- und Gehörorgane der Krebse und Insekten. Joh. Müller's Arch., S. 269 ff.
1864 Fritz Müller, Für Darwin, S. 12 ff. u. a. Leipzig, Engelmann.
1871 Charles Darwin, Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl, 2. Aufl. (Carus), Stuttg., S. 294 ff.
1872 Derselbe, Entstehung der Arten, 5. Aufl. (Carus), Stuttgart.
1878 Brehm's Tierleben, Bd. X, 2. Aufl., Leipzig, p. 11, 17 ff.
1881 T. H. Huxley, Der Krebs, Leipzig, Brockhaus.
1886 Leunis, Synopsis des Tierreichs, 3. Aufl., Hannover, S. 661.
1890 Boas, Lehrbuch der Zoologie, Jena, Gustav Fischer.
1891 Claus, do., 5. Aufl., Marburg, S. 510 u. a.
1892 Gerstäcker (Bronn's Klassen des Tierreiches), Arthropoden, 2. Aufl., Leipzig und Heidelberg, Bd. V, S. 883 ff.
1895 T. H. Herrick, The American Lobster. A study of its habits and development. Extracted from the Bulletin of the U. S. Fish Commission, Washington.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XX.

Fig. 1—3. Typen der Schmuckschere mit den periodischen Zacken, Tasthaare abgebürstet, *g* Grübchen zur Artikulation des Sperrzahnes *sp*.

Fig. 1. Ganzes 7. und daran ein Trümmer des 6. Gliedes einer rechten Schmuck- oder Zähnchenschere, von der ventralen Seite aus gesehen. Die Form des ganzen Gliedes sehr schön und langgestreckt und dementsprechend die Periode der Zacken gut ausgebildet, 6 mal wiederkehrend.

Fig. 2. 7. Glied einer linken Schmuckschere mit derselben Achterperiode. Die Gestalt ist fast ebenso schön gestreckt, Zähnchen weniger regelmäßig gestaltet, Periode deutlich.

Fig. 3. 6., abgebrochenes Glied einer Zähnchenschere von der linken Seite. Gezeichnet von dorsalwärts. Kegelförmiger Sperr-

zahn (vergl. Fig. 8). Zähnchen weniger ausgeprägt, Periode indessen unverkennbar.

Fig. 4—7. Uebergangsformen, darunter Fig. 4—6 Knotenscheren zum Packen und Kämpfen. Der eigentliche bekannte Knotentypus ist nicht dargestellt, dagegen solche, welche Erinnerungen an den Zähnchentypus bringen.

Fig. 4. Endglied mit Resten des 6. Gliedes einer linksseitigen, sehr dickwandigen Knotenschere. Reines Profilbild, von der dorsalen Seite aus gesehen. Häufiger Befund (siehe Text).

Fig. 5. 6. Glied einer rechtsseitigen Knotenschere, von der Rückseite aus gesehen, doch etwas gedreht, so daß man auf die Greiffläche sieht. Der proximale Knoten ist durch doppelte, recht spitzige Hervorragungen gebildet, auch der vordere ist sehr wenig einheitlich, dickwandig. Selten. Einziges Exemplar.

Tafel XXI.

Fig. 6. Ziemlich dünnwandiges Exemplar des 6. Gliedes einer linksseitigen Knotenschere. Ansicht von der dorsalen Seite, doch wie Fig. 5 etwas gedreht. Die beiden Elevationen (an Stelle der 2 Knoten) wieder deutlich, aber nicht abgesetzt, sondern als Erhebungen der Zackenreihe selbst. Selten so ausgeprägt.

Fig. 7. 7. Glied einer linksseitigen Schere, welches aus mehreren Gründen dem Zähnchentypus zuzugehören scheint. Enthält dennoch etwas vom Charakter der Knotenschere. Deutlichstes, sehr seltenes Beispiel eines Ueberganges des einen Typus zum anderen. Erstes Auftreten der Elevation in der Zackenreihe. Diese Zacken sind ungleich groß und haben, besonders die gegen die Spitze zu gelegenen, die Gestalt wie in Fig. 1. Sehr dünnwandig. Von der ventralen Seite, aber etwas gedreht.

Fig. 8. Von der Greiffläche aus gesehenes 6. Glied einer linksseitigen Zähnchenschere, zur Demonstration der Lagerungsbeziehungen von Zähnchenreihe, Sperrzahn und Medianlinie. Gewöhnliches Verhalten.

Fig. 9. Wie Fig. 8 aber ein rechtsseitiges Stück. Hier besteht ausnahmsweise ein sehr auffallendes Verhalten der Dimension und Form des Sperrzahnes. (Auf die Wiedergabe der periodischen Zähnchen wurde bei Fig. 8 und 9 kein Wert gelegt.)

Sämtliche Scheren bezw. deren Fragmente wurden ohne jede Schematisierung unter der Stativlupe etwa in doppelter linearer Vergrößerung abgezeichnet und dann bei der Reproduktion wieder auf $^3/_2$ verkleinert.

Untersuchungen über das Nervensystem der Siphonophoren.

Von

Dr. **Theodor Schaeppi,**
Arzt in Zürich.

Mit Tafel XXII—XXVIII und 11 Textfiguren.

Einleitung.

Nachdem bereits von Claus, Korotneff und C. K. Schneider an verschiedenen Siphonophoren das Vorkommen von Ganglienzellen nachgewiesen worden war, mußte es von Interesse sein, eine Uebersicht über das gesamte Nervensystem dieser Tiere zu erhalten. Diese Aufgabe habe ich in den vorliegenden Untersuchungen zu lösen versucht. War es mir aber darum zu thun, das Nervensystem in seinem Zusammenhange mit den Muskeln, Epithelien und Sinneszellen zu eruieren, so mußten selbstverständlich auch die übrigen histologischen Verhältnisse der Siphonophoren genau berücksichtigt werden. Demgemäß behandelt vorliegende Arbeit die Histologie der Siphonophoren überhaupt, allerdings mit besonderer Berücksichtigung ihres Nervensystems.

Das Material zu diesen Untersuchungen verschaffte mir im Winter 1893/94 ein 6-monatlicher Aufenthalt in Neapel und Messina, der mir auf Fürsprache meines hochverehrten Lehrers Prof. Haeckel in Jena durch ein Reisestipendium aus der Paul v. Ritter'schen Stiftung ermöglicht wurde. Ich spreche sowohl hierfür wie auch für die gütige Ueberlassung eines Arbeitsplatzes am zoologischen Institut in Jena Herrn Prof. Haeckel meinen wärmsten und innigsten Dank aus. Durch Uebernahme ander-

weitiger Untersuchungen erlitt vorliegende Arbeit häufige und lange Unterbrechungen, was neben einer unliebsamen Verschleppung doch wieder den Vorteil hatte, daß jeweilen bei der Wiederaufnahme der Arbeit manche Schwierigkeit fiel, manche zweifelhaften Befunde ihre endgiltige Aufklärung fanden.

Was die Methodik anbelangt, so habe ich hauptsächlich Macerationspräparate angefertigt, wobei ich mich der HERTWIG-schen und SCHNEIDER'schen Flüssigkeiten (Osmiumessigsäure-Gemische) bediente. Zur Färbung benutzte ich bei diesen Präparaten BEALE'sches und Pikrokarmin, vor allem aber und mit bestem Erfolge die langsame Färbung mit EHRLICH'schem Hämatoxylin, welches stets auch eine prächtige Plasmafärbung ergiebt, die fürdie Verfolgung der nervösen Elemente ganz unentbehrlich ist. Zur Konservierung ausgestreckter Tiere wurden die LO BIANCO-schen Gemische verwandt; derartige ausgestreckt konservierte Tiere dienten mir nicht nur zur Einbettung und Herstellung von Schnittpräparaten, sondern vor allem zur Darstellung der verschiedenen Elemente in situ. Eine nachträgliche Maceration an dergleichen Präparaten gelang mir durch 24—36-stündiges Liegenlassen derselben in RANVIER'schen Drittelalkohol. Im übrigen verweise ich bezüglich der Technik auf den Text und die Figurenerklärung.

Stamm.

Mit Rücksicht auf das Verständnis der histologischen Details ist eine kurze Betrachtung der makroskopischen Verhältnisse, insbesondere der Architektonik des Stammes notwendig. In seinen Mitteilungen über Siphonophoren (Zoolog. Jahrb., Bd. 9) kommt C. CAMILLO SCHNEIDER ausführlich auf den Bauplan der Siphonophoren zu sprechen und bekämpft vor allem die bisherige Anschauung, nach welcher die Medianlinie des Stammes, an welcher die einzelnen Anhänge knospen, als Ventrallinie betrachtet wird. „Zunächst“, meint er, „muß es als unzulässig bezeichnet werden, einen Erscheinungszustand, der nur vorübergehend ist und auf Reizung hin durch gewaltsame Aktion der Stammmuskulatur zustande kommt, zur Bestimmung der Lagebeziehungen auszuwählen“, und zweitens müsse man bei dieser Frage von den einfachsten und phylogenetisch ältesten Formen ausgehen, als welche er die Calycophoren betrachtet. Sehen wir zu, in welcher Weise CAMILLO SCHNEIDER die Lagebeziehungen dorsal und ventral entwickelt; S. 613 heißt es: „Ganz ursprüng-

liche Verhältnisse treffen wir nur bei der einglockigen Sphaeronectes, von der es auch wahrscheinlich ist, daß die einzige vorhandene Deckglocke überhaupt die einzige ist, die gebildet wurde, also direkt die larvale. Betrachten wir nun eine ruhende Sphaeronectes, die so orientiert ist, daß der Saftbehälter der Deckglocke nach vorn, der Schwimmsack nach unten und ein wenig schräg nach hinten sieht — eine Haltung, die auch beim ruhigen Schwimmen gewahrt wird — daß ferner der gestreckte Stamm unter leicht bogiger Krümmung nach hinten aus der Schutzhöhle heraushängt, so zeigt sich der Stamm von seinem Anfang an, von der Vereinigungsstelle von Saftbehälter und Glockengefäß aus, auf der dorsalen Seite mit Knospen, die allmählich nach hinten zu fertigen Anhängen heranwachsen, bedeckt, während die ventrale Seite der Anhänge vollständig entbehrt. Wir entnehmen diesem Befund, der uns ein unzweifelhaft ursprüngliches Verhalten kennen lehrt, daß nicht, wie bis jetzt angenommen wurde, die Knospungslinie des Stammes ventral, vielmehr dorsal gelegen ist.“ Weiter heißt es auf S. 621: „Aber nur bei wenigen anderen Calycophoren beobachten wir, wie bei Sphaeronectes, die Anhänge in Wirklichkeit dorsal am gestreckten Stamm gelegen; vielmehr vollziehen sich bei allen zwei- und vielglockigen Formen Drehungen am Vorderende des Stammes, welche die Lageverhältnisse der Gruppen wesentlich beeinflussen. Ich muß an dieser Stelle kurz das Bild beschreiben, das eine jagende Praja cymbiformis, eine der einfachst gebauten und daher für uns besonders interessanten Siphonophoren, gewährt. Die beiden ungleich großen Deckglocken am Vorderende des Stammes liegen übereinander, und zwar die grössere stets zu unterst; wir sehen an ihnen vorn den Deckteil mit dem rudimentären Saftbehälter, hinten die Schwimmhöhle, deren regelmäßige Bewegungen zur Hauptsache die Lokomotion bewirken. Wo die beiden Saftbehälter und beiden Glockengefäße zusammenstoßen, beginnt der Stamm, an dem nur die ersten jüngsten Stammgruppen eng gedrängt stehen, während die übrigen in Abständen von 1 cm und mehr aufeinander folgen. Die allerersten Gruppen ...... entspringen seitwärts am Stamm; aber noch innerhalb des Schutzraumes der Deckglocken rücken sie auf die Bauchseite, wo sie bis ans Stammende zu verfolgen sind.“ Wie aus diesen beiden Beispielen hervorgeht, beantwortet Camillo Schneider die Frage, was

dorsal und ventral ist, auf dem Wege, daß er den Stamm nach den Schwimmglocken, diese letzteren aber nach ihrer natürlichen Haltung „wie sie beim ruhigen Schwimmen gewahrt wird“, orientiert. Möchte auf dieses Vorgehen nicht vielleicht der von SCHNEIDER oben angeführte Vorwurf passen, daß man in dieser Frage keinen vorübergehenden Erscheinungszustand als Ausgangspunkt wählen dürfe? Ich habe bis jetzt nicht gewußt, daß (per analogiam) mein Kopf dorsal und mein Steiß ventral sitzt, und bin immer der Meinung gewesen, daß wir bei der Bestimmung dessen, was dorsal und ventral ist, von einer den Körper in zwei spiegelbildlich ungleiche Hälften teilenden Ebene ausgehen, welche senkrecht steht zu einer (Bilateralsymmetrie) oder mehreren (Radialsymmetrie) den Körper in spiegelbildlich gleiche Hälften teilenden Ebenen. Um nun an einem spiralig oder schraubig aufgewundenen Tiere diese Ebenen anlegen zu können, ist es notwendig (re vera oder gedanklich), den Körper aus der torquierten in die gerade Haltung zu bringen. Thut man dies bei den Siphonophoren, so ist durch die Ansatzlinie der Knospen und eine ihr vis-à-vis am Stamme verlaufende Rinne oder Pigmentlinie (s. u.) eine Symmetrieebene gegeben, und damit ist auch durch eine zu ihr senkrechte Ebene die ventrale von der dorsalen Seite geschieden. Als ventrale Seite wurde nun die Ansatzlinie der Anhänge offenbar deshalb angenommen, weil die Freßpolypen und somit die Mundöffnungen auf dieser Seite des Stammes liegen. Ich glaube kaum, daß die Darstellung SCHNEIDER's, nach welcher ein homologes Organ, die Knospungszone, innerhalb ein und derselben Gattung bald ventral, bald dorsal auftreten soll, großen Beifall finden wird; ich meinerseits halte es mit dem bisherigen Orientierungsmodus.

Wir beginnen mit den Physophoriden und unter diesen mit Halistemma rubrum HUXLEY. Nach der Ansicht von CLAUS ist die Schwimmsäule, das Nectosom, dieser Siphonophore in einer Lambdaspirale d. i. rechtsseitig gewunden, der Nährkörper, das Siphosom, dagegen in einer Deltaspirale d. i. linksseitig gewunden. Letzteres ist richtig, ersteres nur zum Teil. Obwohl die Spiralwindungen mit Leichtigkeit schon am lebenden Tiere zu konstatieren sind, ist ihre sichere Verfolgung nur an im ausgestreckten Zustande abgetöteten Objekten möglich (vgl. Techn.). Nach schonender Entfernung der Stammanhänge treten uns die zur Orientierung der Spiralwindungen dienenden Linien: die ventrale und dorsale Mittellinie mit wünschenswerter Deutlich-

keit entgegen. Letztere hebt sich an Osmiumessigsäure-Präparaten durch ihre hellere Färbung von der Umgebung ab und wird durch das von Korotneff und C. Schneider prätendierte „Centralnervensystem" repräsentiert; erstere, die ventrale Mittellinie ist durch die „halskrausenförmigen" Erhebungen der äußeren Stammeswand markiert, die den Stammanhängen zum Ursprung dienen. Verfolgen wir nun die genannten Linien von der Stammspitze ab nach unten zu, so sehen wir dieselben in der That anfänglich in einer rechtsgewundenen Spirale um die Stammachse verlaufen, aber noch ehe wir die Mitte des Nectosoms erreicht haben, hört der spiralige Verlauf auf und geht in eine nur leichte seitliche Exkursionen beschreibende Schlangenlinie über, die, wie leicht ersichtlich, dadurch zustande kommt, daß rechts- und linksseitige Spiralwindungen in rascher Folge einander ablösen, derart, daß die Windungen nicht Zeit finden, sich um die Achse des Stammes herumzulegen. Gegen das untere Ende des Nectosoms zu formiert sich aus der dorsalen und ventralen Schlangenlinie wiederum eine Spirale, aber nicht eine rechtsseitige, wie im oberen Stammabschnitt des Nectosoms, sondern eine linksseitige. Die Spiraldrehung des unteren Abschnittes des Nectosoms ist demnach nicht entgegengesetzt, sondern konform derjenigen des Siphosoms.

Die Uebergangsstelle des Nectosoms in das Siphosom ist auf Querschnitten in nebenstehender Textfig. 1 wiedergegeben. Wie wir aus ihr ersehen, geht die Dorsallinie des Nectosoms *Dn.* nicht in diejenige des Siphosoms *Ds.* über, sondern steht ihr vielmehr diametral gegenüber. Demnach müssen die Ventralseiten von Necto- und Siphosom einander berühren, was in der Weise geschieht, daß die Ansatzstelle der Schwimmglocken *Vn.* derjenigen der Bracteen, Polypen und Palponen *Vs.* gegenüberliegt. Die Dorsalseite des Nectosoms bildet in ihrer Fortsetzung auf das Siphosom dessen rechte Ventralseite, und umgekehrt wird die rechte Ventralseite des Nectosoms im

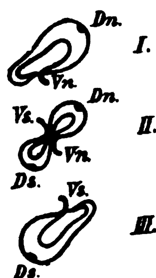


Fig. 1. Uebergangsstelle des Nectosoms auf das Siphosom von Halistemma. *Dn.* Dorsallinie des Nectosoms. *Ds.* Dorsallinie des Siphosoms. *Vn.* Ventrallinie des Nectosoms. *Vs.* Ventrallinie des Siphosoms.

weiteren Verlaufe zur Dorsalseite des Siphosoms. In der Mitte der Uebergangsstelle sind Nectosom und Siphosom auf eine kurze Strecke durch eine von ihrer gemeinsamen Ventralseite gebildete Scheidewand getrennt, während ober- und unterhalb dieser Stelle ihre Lumina miteinander kommunizieren.



Fig. 2. Anheftungsmodus der Glockenträger von Halistemma.

Die Anheftungsweise der Schwimmglocken ist bisher nicht richtig angegeben worden. Nach der Ansicht der früheren Beobachter ist die biseriale Anordnung der Nectophoren von Halistemma lediglich eine Folge der Spiraldrehung des Stammes; aber schon aus dem oben erwähnten Umstande, daß die Mitte des Nectosoms keine Torsion aufweist, geht die Unrichtigkeit jener Ansicht hervor. Die nebenstehende Textfigur 2 erläutert den Anheftungsmodus der Schwimmglocken am Nectosom, und zwar an der Uebergangsstelle des rechtsseitig-spiraligen, oberen (*1*—*3*) in den nicht torquierten mittleren (*3*—*6*) Stammabschnitt. Wie ersichtlich, erfolgt die Befestigung der Schwimmglocken an der Ventralseite des Stammes mittelst langgestreckter, schmaler und niedriger Bänder, die derart in zwei Reihen angeordnet vom Nectosom sich erheben, daß jeweilen das obere Ende des einen Bandes dem unteren Ende des vorhergehenden gegenüber entspringt und die mit ihrer distalen Kante, in konkavem Bogen den Scheitel der Glocken in dorso-ventraler Richtung umfassend, mit der Exumbrella verwachsen. Claus u. a. haben diese Haftbänder als „halskrausenförmig gefaltete Erhebungen“ des Stammes beschrieben. Der Vergleich mit Halskrausen paßt indessen nur für das Aussehen der Bänder am völlig kontrahierten und der Schwimmglocken beraubten Nectosom, während er für die Verhältnisse am lebenden Tiere durchaus unzutreffend ist, da die Bänder stets gestreckt und niemals weder längs- noch quergefaltet sind. Ich benenne daher diese Bänder ein- für allemal „Glockenträger“. Wie nun die Textfigur leicht erhellt, ist die zweizeilige Anordnung der Schwimmglocken am mittleren, nicht torquierten Stammabschnitt eine Folge der zweizeiligen Anordnung der Glockenträger, indem alle linksseitigen nach links, alle rechtsseitigen nach rechts hin abgebogen (umgeklappt) sind; im Bereiche des oberen und unteren, torquierten Stammabschnittes kommt die biseriale An-

ordnung der Nectophoren dadurch zustande, daß jeder Glockenträger die halbe Peripherie der Stammachse umkreist, sodaß die Mitten zweier aufeinander folgender Schwimmglocken, auf dieselbe Ebene bezogen, einander diametral gegenüberstehen (vergl. Fig. 1, 2 und 3). Da nun, wie bereits mitgeteilt, die distale Kante der Glockenträger den Scheitel der Glocken dorsoventral umfaßt, so müßten demnach die Nectophoren am oberen und unteren Stammabschnitte in diagonale Stellung kommen, d. h. mit ihrer Transversalachse nicht senkrecht, sondern schräg zur Stammachse liegen. Diese Diagonalstellung wird indessen korrigiert durch eine spiralige Drehung der Nectophoren selbst, und zwar ist diese Drehung jeweilen derjenigen des Stammes und der Glockenträger entgegengesetzt, also im oberen Stammabschnitt eine linksseitige, im unteren eine rechtsseitige. Es fällt indessen sofort auf, daß diese Spiraldrehung der Nectophoren, die übrigens nur dem Scheitel der Glocken zukommt, weit weniger stark ausgesprochen erscheint als diejenige (die entgegengesetzte) des Stammes; wenn trotzdem die Transversalachse der Schwimmsacköffnung der Nectophoren senkrecht zur Stammachse steht, so hat dies seinen Grund darin, daß die Anheftungslinie der Glockenträger nicht genau in dorso-ventraler Richtung verläuft, sondern vielmehr in einem Winkel von ca. 20° zur Dorso-ventralebene steht.

Die Anheftung der Anhänge der Siphosoms von Halistemma geschieht derart, daß die Bracteen, zu 2 Reihen angeordnet, von der Ventralseite entspringen, wobei sie die Ursprünge der Polypen, Palponen und Gonaden zwischen sich fassen.

Die Architektonik des Stammes von Halistemma ist durchaus übereinstimmend mit derjenigen der übrigen Anthemodinen und mit geringen Modifikationen auch mit derjenigen der Forskaliden. Auch hier zeigt, entgegen der Angabe früherer Autoren, nur der obere Teil des Nectosoms eine rechtsspiralige Drehung, während der mittlere Abschnitt desselben der Torsion entbehrt und der unterste Teil homodrom mit dem Siphosom gewunden erscheint. Ein wesentlicher Unterschied liegt aber in dem Uebergang des Nectosoms in das Siphosom. Während, wie wir eben gesehen haben, die Dorsalseite des Nectosoms von Halistemma in der Ventralseite des Siphosoms aufgeht (und dementsprechend die Ventralseite der ersteren in der Dorsalseite der letzteren), so trifft für die Forskaliden gerade das Gegenteil zu: Die Dorsalseite des Nectosoms geht unmittel-

bar über in die Dorsalseite des Siphosoms, die Ventralseite der ersteren in diejenige der letzteren. Demgemäß sehen wir auch sowohl die ventrale Knospungslinie als auch die durch das „Centralnervensystem" der Autoren repräsentierte dorsale Mittellinie ohne Unterbrechung von der Schwimmsäule auf das Siphosom übergehen. Die Glockenträger sind in derselben Weise biserial angeordnet wie bei Halistemma, erscheinen aber wesentlich anders geformt, indem ihre Ansatzstelle in der Längsrichtung des Nectosoms viel schmaler, ihre Höhe aber, d. h. die Entfernung ihres distalen, abaxialen zum proximalen, axialen Rande viel bedeutender ist als an den Glockenträgern von Halistemma und der anderen Anthemodinen. Die nebenstehende Textfigur 3 zeigt schematisiert den Anheftungsmodus der Nectophoren von Forskalia Leuckarti und zwar wiederum an der Uebergangsstelle des oberen rechtsspiraligen (*1—9*) in den mittleren, untorquierten Stammabschnitt (*9—17*). Wie aus der Figur ersichtlich, sind die Nectophoren durch gesetzmäßige spiralige Drehungen der in 2 Zeilen entspringenden Glockenträger zu acht Längsreihen angeordnet. Die mit *1*, *2*, *3* und *4* bezeichneten Glockenträger sind rechtsspiralig um die Stammachse gedreht, wobei sie successive $^1/_8$, $^2/_8$, $^3/_8$ und $^4/_8$ Touren beschreiben; die mit *5*, *6*, *7* und *8* bezeichneten Glockenträger dagegen winden sich linksspiralig um die Stammachse herum und beschreiben dabei successive $^4/_8$, $^3/_8$, $^2/_8$ und $^1/_8$ Touren. Im nicht torquierten, mittleren Stammabschnitt verhalten sich die Glockenträger *9—13* analog den mit *1—5* bezifferten, die Glockenträger *14—16* aber sind im Gegensatze zu den Glockenträgern *6—8* nicht links- sondern rechtsspiralig gedreht. Zwei Momente konnten in dem nebenstehenden Schema nicht ausgedrückt werden: 1) Die gleiche Länge aller Glockenträger, mögen sie nun $^1/_8$ oder $^4/_8$ Touren beschreiben; 2) die richtige Breite der Bänder und der damit verknüpfte Umstand, daß das obere Ende des einen Glockenträgers dem unteren Ende des vorhergehenden gegenübersteht, ganz so, wie dies bei Halistemma beschrieben wurde.

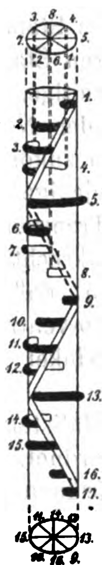


Fig. 3. Anheftungsmodus der Glockenträger von Forskalia Leuckarti.

Die gleiche Länge der Glockenträger hat zur Folge, daß

diejenigen Schwimmglocken weiter von der Stammachse entfernt sind, deren Glockenträger nur $^1/_8$ Spiralwindung beschreiben, als diejenigen, deren Bänder $^3/_8$—$^4/_8$ Touren zurücklegen. Daraus müßte auch ein ungleicher Abstand der Schwimmsacköffnung der einzelnen Schwimmglocken von der Stammachse resultieren, wenn diese Ungleichheit nicht durch eine verschiedene Länge des lamellösen Glockenstieles der einzelnen Nectophoren aufgehoben würde.

Ich habe mir nicht die Mühe gegeben, auch die Schwimmsäule der anderen Forskaliden auf ihre Architektonik zu untersuchen, da ich glaube, daß durch das angeführte Beispiel zur Genüge erhellt, wie die radiale Anordnung der Nectophoren um das Nectosoma zustande kommt. Ich will nur noch an dieser Stelle erwähnen, daß die Uebergangsstelle des Nectosoms auf das Siphosom bei Forskalia Edwardsii zu einer ansehnlichen, länglichen Blase angeschwollen ist, während dies bei Forskalia Leuckarti und ophiura nicht der Fall ist. — Bezüglich des Anheftungsmodus der Anhänge des Siphosoms der Forskaliden gilt dasselbe, was wir für die Anthemodinen angegeben haben. — Die Architektonik der Schwimmsäule von Physophora schließt sich gleichfalls eng an diejenige von Halistemma an. Hier wie dort sind die Glockenträger, die wiederum in zwei Reihen angeordnet sind, von langgestreckter, trapezförmiger Gestalt. Sie alternieren aber hier in der Weise, daß das obere Ende des einen (nicht dem unteren, wie bei Halistemma und Forskalia, sondern) der Mitte des vorhergehenden Glockenträgers gegenüber entspringt. Wie bei Halistemma resultiert auch hier die biseriale Anordnung der Nectophoren im Bereiche des untorquierten Stammabschnittes aus dem Umstande, daß alle rechtsseitigen Glockenträger nach rechts, alle linksseitigen nach links umbiegen, im Bereiche des torquierten Abschnittes aber aus dem halbstammumfassenden Glockenträger (vergl. Halistemma). Es fällt aber sofort auf, daß nur der alleroberste Abschnitt des Nectosoms rechtsspiralig

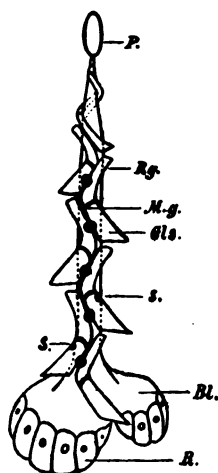


Fig. 4. Stamm von Physophora (halbschematisch). *P.* Pneumatophore. *Bl.* Blase. *R.* Rähmchen, Ansatz der Palponen. *Gt.* Glockenträger. *Mg.* Mediangefäß. *Rg.* Randgefäß. *A.* Ausschnitt für das „spindelförmige Organ".

gewunden ist und daß im Gegensatz zu den Anthemodinen und Forskaliden eine linksseitige Spiralwindung des untersten Abschnittes fehlt. Allerdings ist stets wenigstens eine Andeutung einer linksspiraligen Torsion zu konstatieren, insofern nämlich das Ende der ventralen Medianlinie stets von rechts-oben nach links-unten, also im Sinne einer Deltaspirale verläuft (vergl. die Textfigur 4); demgemäß ist auch stets die unterste (älteste) Schwimmglocke eine linksseitige.

Das Siphosom von Physophora, welches bekanntlich zu einer voluminösen Blase aufgetrieben ist, zeigt wie bei allen Physonecten eine linksspiralige Torsion. Da dem gesamten Stamme von Physophora eine von ihrer Umgebung sich abhebende dorsale Mittellinie, wie sie den Anthemodinen und Forskaliden zukommt, völlig fehlt, so sind wir bei der Lösung der Frage, welches die dorsale und welches die ventrale Seite des Siphosoms sei, allein auf die ventrale Orientierungslinie angewiesen. Wenn es uns daher auch leicht ist, festzustellen, daß die Ventralseite des Siphosoms durch die den Palponen, Polypen und Gonophoren zum Ursprung dienende Außenseite und den peripheren Teil der Unterseite der Stammblase repräsentiert wird, so läßt sich von vornherein nicht entscheiden, ob die Oberseite oder der centrale Teil der Unterseite der Blase der Dorsalseite des Siphosoms der übrigen Physonecten entspricht. Da nun, wie ich der histologischen Beschreibung vorgreifend bemerken will, die Unterseite der Blase eine sehr stark entwickelte Muskulatur aufweist, während die Oberseite nur zarte Muskelfasern trägt, und da überall anderwärts die dorsale Seite durch den Besitz einer kräftigen Muskulatur, die Ventralseite dagegen durch den Mangel einer solchen ausgezeichnet ist, so stimme ich mit Korotneff überein, welcher die Unterseite der Stammblase als Dorsalseite auffaßt. Die Oberseite der Blase dagegen ist nicht als der Ventralseite des Siphosoms angehörig aufzufassen, sondern repräsentiert vielmehr die Uebergangsstelle der Dorsalseite des Nectosoms in die Ventralseite des Siphosoms.

Unter den Calyconecten stehen die Polyphyiden bezüglich der Architektonik ihres Stammes den Physonecten am nächsten. Claus hat zuerst eine genauere Beschreibung und Abbildung des Necto- und Siphosoms von Hippopodius gegeben. Wie dieser Autor richtig bemerkt, ist entgegen der Anschauung von Leuckart der Vegetationspunkt für die Necto-

phoren *a* von demjenigen des Siphosoms, *b* durch den deutlich entwickelten oberen Abschnitt des Nectosoms getrennt. Im Gegensatz hierzu läßt CAMILLO SCHNEIDER die Knospungsstelle beider Zonen „unmittelbar oder wenigstens ganz dicht nebeneinander“ liegen. Das Vorderende des Stammes liegt nach SCHNEIDER nicht am Vorderende des Tieres, sondern um die Nährzone zurückgeschlagen, da wo die älteste und größte Glocke sich befindet. Ich bin mit dieser Auffassung nicht einverstanden, sondern schließe mich der Darstellung von CHUN an (Ueber den Bau und die morphologische Auffassung der Siphonophoren, Breslau 1897). Nach der Ansicht dieses Autors ist der Stamm des Nectosoms von Hippopodius, im Grunde genommen, nur ein Scheinstamm (vergleichbar der scheinbaren Stammachse bei den wirtelförmigen Blütenständen mancher Phanerogamen), welcher dadurch zustande kommt, daß die älteren Glocken durch die nachfolgenden fortwährend nach abwärts gedrängt werden und die jüngeren Glocken an den später stielförmig sich ausziehenden Basalabschnitten der älteren sich ansetzen. Die vielglockige Schwimmsäule von Hippopodius ist von jeher derjenigen der Physophoriden an die Seite gestellt worden, und man ist daher immer versucht gewesen, die Physophoriden von Hippopodiusähnlichen Formen abzuleiten, indessen spricht schon das Fehlen einer eigentlichen Stammachse gegen eine derartige Ableitung.

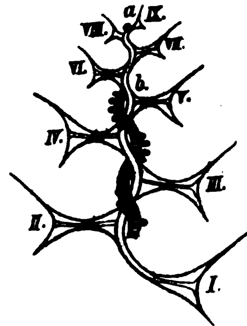


Fig. 5. Stamm von Hippopodius. *a* Knospungszone der Glocken. *b* Knospungszone der polypoiden Anhänge.

Wie C. SCHNEIDER richtig angiebt, ist das Siphosom von Hippopodius schraubig gedreht, aber im Gegensatze zu seiner Abbildung auf S. 625 und zu derjenigen von CHUN (S. 70) finde ich es an allen meinen Präparaten in einer Deltaspirale verlaufend, also ganz wie bei den Physophoriden. Auch der folgenden Darstellung SCHNEIDER's kann ich nicht beipflichten: „Die innige Verbindung von Drehschwimmzone und Nährzone hat eine Verflechtung beider Stammstücke zur Folge, indem das vordere dünnere Stück sich um das hintere aufs engste spiralig herumschlingt und hierdurch auch letzteres in seinem Verlaufe beeinflußt. Es ergeben sich zwei Spiralen von gleicher Krümmungsrichtung, wenn wir die Verbindungsstelle beider Zonen als

Ausgangspunkt für die Drehung annehmen, wie es dem Wachstum des Tieres entsprechend geschehen muß. Dann windet sich die Nährzone in enger, flacher Spirale um eine angenommene imaginäre Achse, und der dünne Stamm der Schwimmzone wiederum umschlingt, sich eng dem Stamm der Nährzone anlegend, diesen in einer weiteren, viel stärker gekrümmten Spirale". Im Gegensatze hierzu finde ich, daß das Nectosom (die Scheinachse) in entgegengesetzter Richtung gewunden ist wie das Siphosom, also in einer Lambdaspirale.

Die Glockenträger von Hippopodius sind lang und schmal, in ihrem Ursprunge und Glockenansatz wesentlich verbreitert und derart übereinander angeordnet, daß das obere Ende des einen direkt in das untere Ende des vorhergehenden übergeht, und daß, wie SCHNEIDER richtig bemerkt, zwischen je zwei opponierten Anhängen der Stamm sich um 180° um seine Achse dreht.

Betreffend die Diphyiden verweise ich auf die Darstellungen von CLAUS und SCHNEIDER, sowie die älteren vorzüglichen Abbildungen GEGENBAUR's (Beiträge zur näheren Kenntnis der Siphonophoren). Typisch ist, wie SCHNEIDER hervorhebt, bei allen Calycophoriden die Erscheinung, daß das Siphosom und Nectosom (soweit von einem solchen die Rede sein kann), von ihrem Verbindungspunkte aus in entgegengesetzter Richtung sich entwickeln. Was die Spiralwindungen des Siphosoms anbelangt, so finde ich dasselbe bei Praya und Galeolaria stets linksgewunden in Uebereinstimmung mit dem Verhalten des Siphosoms bei den Physophoriden und Polyphyiden (s. o.) und im Gegensatze zu der Angabe SCHNEIDER's, daß sich die Spiralwindungen bei diesen Tieren vielfach widersprechen. An dem einzigen Exemplare von Stephanophyes sup. CHUN, welches mir in toto zu konservieren nicht gelungen ist, konnte ich während des Lebens keine Spiralwindung beobachten.

Die histologische Struktur des Stammes der Siphonophoren ist von KOROTNEFF und CAM. SCHNEIDER untersucht und beschrieben worden. Letzterer unterwirft auf S. 406 bis 408 die Angaben KOROTNEFF's einer Kritik, welcher ich, soweit sie sich auf die Beschreibung der ektodermalen Epithelmuskelzellen bezieht, völlig beipflichten kann. Bei allen von mir untersuchten Siphonophoren fand ich die Epithelmuskelzellen in einfacher Lage vor und von derselben charakteristischen Form, wie sie SCHNEIDER für Forskalia Edwardsii angegeben, hat d. h.

mit zweierlei Fortsätzen behaftet, von denen die einen peripher und senkrecht zur Längsachse des Stammes verlaufen, die anderen centripetal vordringen und mit den Längsmuskeln des Stammes in Zusammenhang stehen. Bezüglich der nervösen Elemente aber, vor allem des von KOROTNEFF und SCHNEIDER prätendierten Centralnervensystems, bin ich zu wesentlich anderen Resultaten gekommen als die genannten beiden Autoren. Ich beginne die Beschreibung der histologischen Details mit den Physonecten und unter diesen mit Forskalia Edwardsii. Die Konfiguration des Stammquerschnittes ist durch KOROTNEFF bekannt geworden: Das den excentrisch (ventral) liegenden Centralkanal auskleidende Entoderm ist von dem Ektoderm durch eine mit radialen Leisten besetzte Stützlamelle geschieden, die ventral nur zart, dorsal aber außerordentlich entwickelt ist. Das Ektoderm enthält dreierlei Zellarten: 1) Epithelmuskelzellen, 2) Ganglienzellen und 3) die Zellen der interstitiellen Schichte. Die, wie oben erwähnt, durch ihre peripheren und centripetalen Ausläufer charakterisierten Epithelmuskelzellen sind von C. SCHNEIDER ausführlich und richtig beschrieben worden. Im folgenden Punkte kann ich ihm aber gar nicht beistimmen: „An den Seitenpartien des Stammes sind die peripheren Ausläufer fast immer gut ausgebildet; letztere sind bald einfach und gleichmäßig begrenzt, bald teilen sie sich in der wechselndsten Weise, bald gehen sie darin sogar so weit, daß sie der Zelle Formen verleihen, die diese einer Ganglienzelle täuschend ähnlich erscheinen lassen. Bei letzteren Gebilden mangeln centripetale Ausläufer häufig ganz; jedoch die stellenweise plumpe und unregelmäßige Ausbildung der horizontalen Fortsätze, vor allem aber die Zwischenformen, die von den gewöhnlichen Epithelzellen zu den ganglienzellenähnlich gestalteten überleiten, lassen eine Deutung dieser als nervöse Gebilde nur schwach begründet erscheinen.“ Auch ich habe diese „ganglienähnlichen“ Zellen gesehen, muß aber die Angaben SCHNEIDER's in manchen Punkten modifizieren. Erstens finden sich diese Gebilde nicht nur an den Seitenpartien des Stammes, sondern ebenso häufig auch dorsal. Zweitens verlaufen ihre peripheren Ausläufer stets entweder zwischen oder unter den benachbarten Zellen oder ihren Ausläufern, während ihnen SCHNEIDER in seinen Figuren 43 u. 44 eine ganz oberflächliche Lage giebt; die Zellen selbst liegen allerdings in demselben Niveau wie ihre Nachbarn. Drittens beschränkt sich das prätendierte Vorhanden-

sein von „Zwischenformen“ zwischen den gewöhnlichen und den ganglienähnlich gestalteten Epithelzellen auf die Thatsache, daß es zahlreiche Epithelmuskelzellen giebt, deren periphere Ausläufer gabelig verzweigt erscheinen, die sich aber durch ihre charakteristischen basalen Fortsätze, welche in Form und Charakter mit denen der übrigen Epithelmuskelzellen völlig übereinstimmen, als unzweifelhafte Epithelmuskelzellen kennzeichnen. Fehlen aber einer solchen „ganglienähnlichen“ Epithelzelle die für eine Epithelmuskelzelle doch sicherlich specifischen basalen, mit den Muskeln in Verbindung stehenden Fortsätze, so geht doch daraus zur Genüge hervor, daß sie keine Epithelmuskelzelle sein kann, und es bleibt zunächst nichts anderes übrig, als sie entweder als Bindegewebs- oder kontraktile Faser- oder Ganglienzelle aufzufassen. Es ist uns weder bei Forskalia noch irgend einer anderen Siphonophore gelungen, diese gangliformen Zellen des Stammes im Zusammenhange mit Muskelfasern zur Darstellung zu bringen — mit Sinneszellen aber schon aus dem Grunde nicht, weil wir entgegen den Angaben Korotneff's und in Uebereinstimmung mit denjenigen Schneider's bei keiner Siphonophore Sinneszellen am Stamme aufzufinden vermochten. Damit ist uns die Möglichkeit genommen, einen zwingenden Beweis für die nervöse Natur unserer Gebilde zu erbringen; wenn wir dieselben dennoch als Ganglienzellen aufzufassen geneigt sind, so geschieht dies aus folgenden Gründen: Wären unsere Zellen die Elemente eines Bindegewebes, so könnte es sich nur um diejenige Form handeln, welche Kölliker (Handb. d. Gewebelehre, Bd. 1 S. 97) als einfache zellige Bindesubstanz bezeichnet, da eine Intercellularsubstanz vollständig fehlt. Welche Funktion sollte aber einem derartigen, aus zerstreuten Zellen mit verzweigten Ausläufern bestehenden Bindegewebe zukommen? Eine stützende Funktion doch wohl nicht, denn dazu sind die Fasern zu zart; eine isolierende Funktion auch nicht, denn dazu sind die Fasern zu spärlich, und was sollte überdies gestützt und was isoliert werden?

Der Gedanke, daß es sich um kontraktile Faserzellen handeln könnte, ist naheliegend, da, wie übrigens auch Korotneff (l. c. S. 351) annimmt, die peripheren Ausläufer der Epithelmuskelzellen wahrscheinlich kontraktil sind und daher als oberflächliche quere Muskulatur aufgefaßt werden können. Allein gegen jene Annahme spricht einmal der Charakter der Verzweigung: diese erfolgt nicht wie bei kontraktilen Faserzellen

bloß terminal und spitzwinklig, sondern oft in nächster Nähe des Zellleibes und unter beliebigem Winkel. Zweitens aber ist diese Annahme schon aus dem Grunde hinfällig, weil außer den bipolaren, einer Faserzelle unter Umständen ähnlichen, Ganglienzellen zahlreiche tripolare Zellen vorhanden sind, eine Thatsache, die von SCHNEIDER völlig übersehen wurde.

Wie verhalten sich nun unsere Ganglienzellen zu dem von KOROTNEFF und SCHNEIDER beschriebenen Centralnervensystem? KOROTNEFF hatte auf Querschnitten durch das Nectosom von Halistemma und Forskalia genau in der dorsalen Mittellinie unter dem Ektoderm liegende, eigentümliche Zellen beobachtet, die sich nach ihm von den umgebenden Epithelmuskelzellen durch ihre auffallende Größe und körnige Struktur unterschieden und die, von der Fläche gesehen, mit kurzen, seitlichen Fortsätzen versehen sind (vergl. die Fig. 38 u. 42 der Abbild. von KOROTNEFF) und in einer Reihe angeordnet hintereinander liegen. Auf Grund ihrer pseudopodialen Fortsätze hält KOROTNEFF diese Zellen für nervöser Natur und deutet sie in ihrer Gesamtheit als Gehirn der Siphonophoren. SCHNEIDER mißt dieser Zellreihe ebenfalls die Bedeutung eines nervösen Apparates bei, stützt sich dabei aber auf wesentlich andere Befunde als KOROTNEFF. Wir citieren den betreffenden Passus: „Für genannte Auffassung spricht die Anwesenheit von zum Teil ganz außerordentlich langen Ausläufern und die dunkle, gelblich-braune Färbung, wie sie die Zellen durch die Einwirkung der Osmiumessigsäure annehmen. Dagegen ist aber Verschiedenes anzuführen; so vor allem die plumpe, wechselnde Form der einkernigen Elemente; der Zusammenhang aller in der Längslinie der Reihe durch dicke Protoplasmabrücken und besonders die syncytienartige Ausbildung vieler Reihenglieder. Ohne daß die geringste Spur von Zellgrenzen wahrgenommen werden könnte, erscheint ein solches Glied als kompakte, in der Querrichtung des Stammes verlängerte Protoplasmamasse mit einer wechselnden Zahl an Kernen. Auch in den riesigen Ausläufern, die stets sehr scharf begrenzt und in dem Durchmesser wenig schwankend erscheinen, finden sich Kerne; es läßt sich aber auch hier das Territorium der einzelnen Zellen nicht im geringsten feststellen. Das Ganze gleicht demnach einem ungeheuren Protoplasmastrang, der im steten Wechsel bald plumpe einzellige, bald noch plumpere vielkernige Anschwellungen darstellt, die durch derbe Brücken verbunden sind. Und von diesem Riesensyncytium strahlen nach

rechts und links und unten kräftige Fortsätze, selbst mit Kernen versehen, aus, die den Stamm im Epithel umspinnen, sich spalten, zarte Aeste abgeben und jedenfalls mit anderen Elementen in Verbindung treten. Konstatieren konnte ich diese nicht; je mehr sich jedoch die Ausläufer ausziehen und verschmächtigen, desto mehr vermindert sich diese Regelmäßigkeit ihrer Begrenzung, und desto schwieriger hält es, sie von den Fortsätzen der Epithelzellen, die auch bunt in allen Richtungen, besonders bei den ganglienzellähnlichen ziehen, zu unterscheiden. Mit Sicherheit möglich ist es überhaupt nur dann, wenn die Länge des Gebildes sie nicht als zu Epithelzellen gehörig erweist." Gestützt auf diese Befunde hält SCHNEIDER diese Gebilde für Ganglienzellen, und da er entsprechende Bildungen bei Apolemia, deren Stammkontraktionen langsamer und gewöhnlich nur lokal erfolgen, vermißte, so deutet er dieselben als eine „Vereinigung nervöser Elemente zu einer für blitzschnelle Reizübermittelung geeigneten Leitbahn am Forskaliastamme".

Weder KOROTNEFF noch SCHNEIDER haben die wahre Natur dieser dorsalen, subepithelialen Zellreihe erkannt. Die morphologischen Befunde des ersteren stimmen indessen, soweit sie sich auf Form und Lage der bewußten Gebilde beziehen, im großen und ganzen mit meinen eigenen Beobachtungen überein, während ich dagegen von SCHNEIDER's Angaben nur wenige acceptieren kann. Wie KOROTNEFF richtig angiebt, sind die Zellen, von der Fläche gesehen, von plumper, unregelmäßiger Gestalt und mit meist einfachen, seltener verzweigten, kurzen, quer zur Stammachse verlaufenden Ausläufern versehen. Niemals aber erreichen diese Fortsätze auch nur annähernd die Länge, die ihnen SCHNEIDER in Wort und Bild zumißt, und ebensowenig sind dieselben mit Kernen versehen. Auf den ersten Blick schienen auch mir die Zellen durch breite Plasmabrücken zu einem Syncytium miteinander verbunden zu sein, indessen konnte ich mich an mit EHRLICH'schem Hämatoxylin gefärbten Macerationspräparaten bald davon überzeugen, daß die einzelnen Zellen stets gut voneinander abgegrenzt sind und daß zwar nicht selten die pseudopodialen Fortsätze zweier benachbarter Zellen, niemals aber ihre Zellleiber selbst miteinander in Zusammenhang stehen. Was aber nach dem Sichtbarwerden der Zellgrenzen sofort auffällt, ist der Umstand, daß zahlreiche, aber keineswegs alle Zellen zwei Kerne besitzen. KOROTNEFF, welcher, wie es scheint, gleichfalls die einzelnen Zellen voneinander abzugrenzen vermochte,

hat diese Thatsache völlig übersehen. Auf Querschnitten durch den Stamm (vergl. Textfigur 6) sehen wir die fraglichen Zellen einen keilförmigen Raum ausfüllen, dessen Seiten durch die gabelige Teilung eines Radialseptums gebildet werden, das genau in der dorsalen Mittellinie liegt und sich von den übrigen Septen durch seine besondere Stärke auszeichnet, während die Basis durch die Grenze formiert wird, welche die Epithelmuskelzellen von den uns hier interessierenden Gebilden trennt. Innerhalb dieses keilförmigen Raumes sind unsere Zellen in zwei Etagen angeordnet: Die in der unteren Etage liegenden sind schmäler in der Längsrichtung des Stammes aber ausgedehnter als die über ihnen liegenden, ihre lateralen, pseudopodialen Fortsätze

Fig. 6.

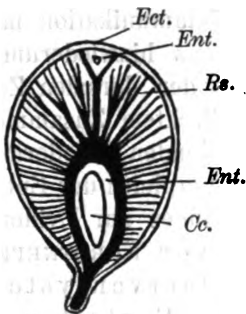


Fig. 6. Querschnitt durch das Siphosom von Forskalia contorta zwischen zwei Internodien. *Ect.* Ektoderm. *Ent.* Entoderm. *Rs.* Radialsepten der Stützlamelle. *Cc.* Centralkanal.

Fig. 7.

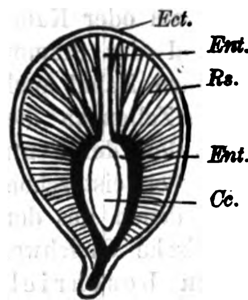


Fig. 7. Querschnitt durch das Siphosom von Forskalia contorta an der Stelle eines Internodiums. *Ect.* Ektoderm. *Ent.* Entoderm. *Rs.* Radialsepten der Stützlamelle. *Cc.* Centralkanal.

haben einen entsprechend den Gabelästen des Radialseptums schräg nach oben und außen ziehenden Verlauf; die Zellen der oberen Etage sind breiter und kürzer, daher plumper, ihre lateralen Fortsätze verlaufen horizontal, dicht unter den peripheren Ausläufern der Epithelmuskelzellen. Die eigentümliche Anordnung unserer Gebilde über der Gabelteilung eines Radialseptums und der Umstand, daß dieselben durch ihre hellere Färbung schon unter Lupenvergrößerung mit aller Deutlichkeit von der Umgebung abzugrenzen sind, gestattet an Macerationspräparaten mit Leichtigkeit ihre Isolation, so daß es unschwer möglich ist, die von der Flächenansicht und von Querschnitten gewonnenen Bilder durch Seitenansicht zu vervollständigen.

Die Natur und Herkunft unserer Zellen ergiebt sich nun sogleich aus Querschnittserien durch das Siphosom. Bekanntlich zeichnet sich das letztere bei Forskalia durch eine regelmäßige Gliederung aus, und wir beobachten nun an der Grenze zweier aufeinander folgender Glieder (vergl. Textfigur 7), daß das oben erwähnte, über einer Gabelung die dorsale Zellreihe tragende Radialseptum von oben bis unten in zwei Lamellen sich spaltet, die, in parallelem Verlaufe zur Stützlamelle hinunterziehend, einen schmalen Zwischenraum zwischen sich lassen, in welchen jenes dorsale Gebilde sich fortsetzt. Zwischen dem Ursprunge der beiden Lamellen zeigt sich uns nun aber der überraschende Befund, daß die Stützlamelle auf eine kurze Strecke hin durchbrochen ist, so daß demnach der von den Lamellen begrenzte Zwischenraum oder Kanal in direkter Kommunikation mit dem Centralkanal des Stammes steht, woraus hinwiederum folgt, daß die jenen Kanal auskleidenden, von der dorsalen Zellreihe ableitbaren Zellen an dieser Stelle in direktem Zusammenhang stehen mit dem den Centralkanal auskleidenden Entoderm. Und in der That erweist schon ein flüchtiger Vergleich der Entodermzellen mit denen des dorsalen Zellenstranges zur Evidenz ihre morphologische Gleichwertigkeit. Das von KOROTNEFF und SCHNEIDER beschriebene Centralnervensystem ist demnach nichts anderes als eine Fortsetzung des Entoderms des Centralkanals. Am Siphosom erfolgt der Durchbruch dieser Entodermkanäle, wie oben angedeutet, an der Grenze zwischen zwei benachbarten Gliedern, am ungegliederten Nectosom dagegen am oberen und unteren Ende, dem Vegetationspunkte der Nectophoren und demjenigen der polypoiden Anhänge gegenüber. KOROTNEFF hat diese Entodermkanäle zwar richtig erkannt und beschrieben, aber ihren Zusammenhang mit dem „Centralnervensystem“ übersehen. Ich citiere hier diesen Autor um des besseren Verständnisses meiner eigenen Darstellungen willen: „Wenn wir einen Längsschnitt durch den Stamm parallel zur Längsachse und der Ventralfläche machen, so bekommen wir ein Bild der inneren Struktur; wir erblicken nämlich Querschnitte besonderer Kanäle, welche quere Abzweigungen des Hauptkanals des Stammes sind, sich nach der dorsalen Anschwellung wenden und hier blind endigen. Diese wahrscheinlich als Nährkanäle anzusehenden Bildungen lassen sich nach dem Volumen in große und kleine unterscheiden und verteilen sich ganz regelmäßig. Auf einen großen Kanal

folgen 7 oder 8 kleine. Diese Anordnung verursacht eine vollständige Segmentierung des Stammes.“ Es ist hieraus ersichtlich, daß die von mir oben beschriebenen an den Internodien liegenden Kanäle nur diesen großen Querkanälen KOROTNEFF's entsprechen, die die Segmentierung des Stammes bedingen. Die kleinen Querkanäle KOROTNEFF's habe ich ebenfalls beobachtet; es sind dies nichts anderes als enge, kurze und spitz zulaufende Aussackungen des Centralkanals in seiner dorsalen Mittellinie. Da nach unserer Beschreibung der entodermale Zellenstrang basal und lateral durch das gabelig geteilte Radialseptum von der Umgebung abgegrenzt ist, während er nach oben hin unmittelbar an das ektodermale Epithel stößt, so geht daraus hervor, daß an dieser Stelle Entoderm und Ektoderm ohne Vermittelung einer Stützlamelle aneinander grenzen. Diese Thatsache verdient um so mehr unsere Beachtung, als ein analoges Verhalten bei den übrigen Cnidariern meines Wissens nirgends beobachtet wurde, bei den Siphonophoren aber, wie ich vorwegnehmend bemerken will, noch an anderen Stellen des Stammes, an den Schwimmglocken, Deckstücken und Nesselknöpfen zu konstatieren ist.

Nachdem wir die morphologische Bedeutung des dorsalen Zellstranges klargelegt haben, tritt die Frage nach dem funktionellen Werte desselben an uns heran; da wir indessen auch am Stamme der meisten übrigen Siphonophoren gleiche oder ähnliche Gebilde vorfinden, so wollen wir die Beantwortung dieser Frage auf den Schluß dieses Kapitels versparen.

Es erübrigt uns noch, auf die Zellen der interstitiellen Schichte einzugehen. KOROTNEFF und SCHNEIDER lassen dieselben unerwähnt. Sowohl auf Querschnitten als auch nach Abpinselung des Epithels an Macerationspräparaten beobachtet man zahlreiche in wechselnder Höhe zwischen den Radialsepten der Stützlamelle liegende kleine Zellen, die in ihrer Gesamtheit die interstitielle Schichte des Stammektoderms repräsentieren. Fast der ganze Leib dieser Zellen wird von dem in der Richtung der Radialsepten abgeplatteten Kerne eingenommen, nur an den näher dem Epithel gelegenen ist ein deutlicher Plasmaleib zu finden. Stets sind die Zellen durch einen feinen basalen Fortsatz mit der Stützlamelle oder der Basis der Radialsepten verbunden, der um so länger und um so deutlicher entwickelt ist, je näher die Zellen dem Ektodermepithel liegen. Obwohl es mir bei Forskalia infolge der geringen Größe aller Elemente nicht mög-

lich gewesen ist, eine Entwickelung der interstitiellen Zellen zu denen des Ektodermepithels näher zu begründen, so lassen die weiter unten angegebenen Verhältnisse am Stamme von Physophora nicht den geringsten Zweifel darüber aufkommen, daß die interstitielle Schicht die embryonalen Stadien der Ektodermzellen repräsentiert. Da nun im Ektoderm des Stammes Nesselzellen völlig fehlen, so ergiebt sich daraus, daß die interstitiellen Zellen lediglich embryonale Epithelmuskelzellen sind — ein Nachschub von Ganglienzellen ist wohl ausgeschlossen — und wir haben demnach die Frage zu lösen, ob das Ektoderm infolge des fortwährenden Nachschubes neuer Epithelmuskelzellen unbegrenztes numerisches Wachstum aufweist, oder ob die interstitiellen Zellen nur zum Ersatze abgestoßener oder rückgebildeter Epithelmuskelzellen verwandt werden. Um mit der letzteren Eventualität zu beginnen, so habe ich bei keiner Siphonophore weder am Stamme noch irgendwo während des Lebens eine Loslösung von Epithelmuskelzellen beobachtet, wohl aber begegnet man überall im Ektoderm und, wie ich vorwegnehmend bemerken will, auch im Entoderm bald zwischen den Zellen, bald in den Zelllen eingeschlossenen kleinen und größeren, sich mit sämtlichen Kernfärbungsmitteln intensiv tingierenden Kernchen und Kügelchen, die ganz entschieden auf einen Zerfall von Kernen resp. Zellen hindeuten. Wir werden später anläßlich der Beschreibung der Exumbrella der Nectophoren den Nachweis erbringen, daß die Kerne der entladenen Cnidoblasten einem Resorptionsprozeß unterliegen, woraus sich aber ergiebt, daß eine Rückbildung epithelialer Elemente bei den Siphonophoren eine allgemein zu beobachtende Thatsache ist. Eine analoge Erscheinung ist uns übrigens durch Korotneff von Hydra her bekannt, deren Ektodermzellen nach Angabe dieses Autors im Frühjahr einer fettigen Entartung anheimfallen und durch die Abkömmlinge der interstitiellen Schichten ersetzt werden. Da nur eine Rückbildung der Zellen, nicht aber eine solche der zugehörigen Muskelfasern statthat, so müßte man erwarten, daß diese letzteren völlig ohne Verbindung mit Epithelzellen bleiben würden. Dies ist indessen nicht der Fall, da, wie wir später bei Beschreibung des Stammes von Physophora sehen werden, die basalen Fortsätze nicht nur mit einer, sondern unzweifelhaft mit mehreren Muskelfasern in Verbindung stehen.

Sind wir nun einerseits durch die angeführten Thatsachen

wohl berechtigt, einen Ersatz rückgebildeter Epithelmuskelzellen durch die interstitielle Schicht anzunehmen, so wage ich andererseits nicht zu entscheiden, ob nicht außer der bloßen Substitution auch ein Zuwachs des Ektoderms durch die interstitiellen Zellen bedingt ist, ob mit anderen Worten ein unbegrenztes numerisches Wachstum des Ektoderms statthat. Die außerordentlich wechselnde Größe der geschlechtsreifen Tiere einerseits — ich habe im Hafen von Messina geschlechtsreife unverletzte Forskaliae Edwardsii von 1'—$2^1/_2$ m Länge im ausgestreckten Zustande gefunden — andererseits der Umstand, daß diese Größenunterschiede, soviel ich beurteilen kann, lediglich auf numerischem und nicht auf hypertrophischem Wachstum der Zellen der betreffenden Individuen beruhen, läßt uns die Eventualität eines unbegrenzten Wachstumes nicht unwahrscheinlich erscheinen. Wir werden übrigens im Verlaufe unserer Abhandlung noch mehrfach Thatsachen begegnen, die in hohem Grade für ein unbegrenztes Wachstum sprechen. Mehr noch als den Physophoriden scheint den Diphyiden ein unbegrenztes Wachstum (Längenwachstum) beschieden zu sein, doch müssen wir auch hier diese Frage durchaus offen lassen. Ihre Lösung wird schwierig sein, da sie nur durch die umfangreichsten biologischen Untersuchungen ermöglicht wird.

Wir haben bei unserer bisherigen Beschreibung des Ektoderms im Anschluß an die Angaben von SCHNEIDER und KOROTNEFF lediglich die Seitenteile und den Rücken des Stammes im Auge gehabt. Die zwischen den Ansatzlinien der Glockenträger liegende Ventralseite des Nectosoms zeigt nun aber wesentlich andere Verhältnisse. Die nach dem Ursprung der Glockenträger zu immer niedriger werdenden Radialsepten der Stützlamelle sind auf der Ventralseite völlig verschwunden, und ebenso fehlt hier die Muskulatur. Das Ektoderm ist niedrig und besteht aus kleinen, dichtgedrängten, unregelmäßig umgrenzten Zellen, an denen weder periphere noch basale Ausläufer differenziert sind, wie wir sie oben als typische Merkmale der Epithelmuskelzellen der Rücken- und Seitenfläche des Stammes kennen gelernt haben. Zwischen diesen „indifferenten“ Zellen sind nun zahlreiche mit reich verzweigten, zarten und regelmäßigen Ausläufern versehene Zellelemente eingestreut, die sich außer durch diese ihre Gestalt durch ihre dunklere Färbung und Bräunung an Osmiumpräparaten und ihren großen, bläschenförmigen Nucleolus auszeichnen. Aus

denselben Gründen, aus welchen wir die „ganglienähnlichen" Zellen der Rückenseite des Nectosoms als nervöse Elemente angesprochen haben, halten wir auch die vorliegenden Gebilde für Ganglienzellen. Da die „indifferenten" Zellen der Fortsätze entbehren, so lassen sich die Ausläufer dieser bald bi-, bald tripolaren Ganglienzellen mit großer Deutlichkeit über weite Strecken hin verfolgen, und es gelingt unschwer, sowohl ihren Zusammenhang untereinander als auch mit den gleich zu beschreibenden Ganglien auf der Ventralseite der Glockenträger nachzuweisen.

Nesselzellen fehlen auch auf der Ventralseite völlig. Schon unter Lupenvergrößerung bemerkt man nun in regelmäßigen Abständen genau in der ventralen Medianlinie auftretende kleine, rundliche Knötchen, die stets in der Mitte zwischen zwei aufeinander folgenden Glockenträgern liegen. Viel deutlicher als bei Forskalia sind diese Knötchen bei Halistemma und vor allem bei Physophora zu beobachten (vergl. Textfig. 3). Von der Fläche gesehen, erscheinen diese Knötchen als dichte Anhäufungen kleiner, indifferenter Epithelzellen, auf Querschnitten aber bemerken wir die auffallende Thatsache, daß die Stützlamelle unter der Kuppe des Knötchens durchbrochen ist, so daß Entoderm und Ektoderm einander direkt berühren.

Die morphologische Bedeutung dieser Knötchen wird uns sofort klar, wenn wir die Ventralfläche des Siphosoms ins Auge fassen. Wir haben oben gesehen, daß die Anhänge des Siphosoms derart angeordnet sind, daß die Bracteen zu zwei Reihen formiert, die Polypen, Palponen und Gonaden zwischen sich fassen. Wie die Schwimmglocken, so sind auch die Bracteen entsprechend ihrer morphologischen Bedeutung als rückgebildete Schwimmglocken [1]) durch den Glockenträgern homologe Bracteenträger dem Stamme angefügt, die in ihrem histologischen Bau völlig mit den Glockenträgern übereinstimmen. Bei einer Vergleichung des Siphosoms mit dem Nectosom ergiebt sich demnach, daß die zwischen den beiden Glockenträgerreihen liegenden Knötchen ihrer Lage nach den zwischen den beiden Bracteenträgerreihen sprossenden polypoiden Anhängen entsprechen, und es drängt sich uns sogleich die Frage auf, ob nicht am Ende eine Homologie zwischen den

---

1) Ueber die Auffassung Camillo Schneider's, daß die Bracteen modifizierte Polypen sind, s. die treffenden Bemerkungen von Chun S. 74.

Knötchen und den polypoiden Stammanhängen besteht. Die Bejahung dieser Frage ergiebt sich aus der Untersuchung über die Knospung dieser letzteren. ALBERT LANG hat in seinen Untersuchungen: „Ueber die Knospung bei Hydra und einigen Hydropolypen“ (Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. 54, S. 365), die wertvolle Entdeckung gemacht, daß die Bildung der Knospe bei den Hydroiden nicht in einer einfachen Ausstülpung der gesamten Seitenwand des Muttertieres beruht, wie man bisher allgemein angenommen hatte, sondern vielmehr durch eine Wucherung des Ektoderms allein zustande kommt, in deren Folge eine Auflösung der Stützlamelle, eine Auswanderung von Ektodermzellen und eine Konstituierung dieser letzteren zum Entoderm der Knospe beobachtet wird. Die Angaben LANG's sind von BRÄM („Ueber die Knospung bei mehrschichtigen Tieren, insbesondere bei Hydroiden“, Biol. Centralbl., Bd. 14, S. 140) bestritten, von CHUN dagegen für die Knospung bei Medusen (Zoolog. Anz., Bd. 16) bestätigt worden. Bezüglich der Siphonophoren bin ich in der Lage, die Befunde LANG's in ihrem vollen Umfange zu bestätigen und werde an anderem Orte hierüber Näheres berichten. Was uns an dieser Stelle interessiert, ist die auffallende Uebereinstimmung, welche die jugendlichen Knospen des Siphosoms mit jenen oben beschriebenen Knötchen des Nectosoms zeigen: Beide charakterisieren sich als eine ektodermale Wucherung, in deren Bereiche die Stützlamelle fehlt. Wir sind demnach wohl berechtigt, die betreffenden Knötchen morphologisch als in ihrer Entwickelung stehen gebliebene Knospen aufzufassen, und da, wie wir an dieser Stelle erwähnen wollen, dem mit polypoiden Anhängen (Palponen) versehenen Nectosom von Apolemia uvaria diese Knötchen völlig fehlen, während sie ausnahmslos allen übrigen von mir untersuchten Physophoriden zukommen, so liegt auf der Hand, daß die Knötchen nicht etwa als Knospen von Nectophoren, sondern als Knospen polypoider Anhänge zu betrachten sind.

Ueber die physiologische Bedeutung der Knötchen werden wir uns weiter unten verbreiten (S. 519). Das Ektoderm der Glockenträger schließt sich in seinem Habitus eng an dasjenige der Ventralseite des Stammes an. Dementsprechend besteht es aus einer flachen Epithellage, deren Zellen von unregelmäßiger, länglicher Form sind und keine peripheren Fortsätze aufweisen. Die Zellen sind noch flacher als diejenigen

der Ventralseite des Stammes erscheinen dafür, von der Fläche gesehen, um so größer und ihre Kerne weiter auseinandergerückt. Während aber dort eine Muskulatur fehlt, kommt den Glockenträgern eine solche zu, freilich nicht eine Längsmuskulatur, wie den Seiten und dem Rücken des Stammes, sondern vielmehr eine zur Stamm-Muskulatur senkrecht verlaufende, vom axialen zum abaxialen Rande der Glockenträger ziehende Muskelfaserung, deren Kontraktion demnach eine Annäherung der Schwimmglocken an den Stamm zur Folge hat. Entsprechend diesem Faserverlauf sind auch die Epithelzellen mit ihrer Längsachse quer zur Stammachse gestellt. Nessel- und Sinneszellen fehlen wie anderwärts am Stamme, wohl aber ist das Epithel der Glockenträger reich an Ganglienzellen, die infolge der flächenhaften Ausbreitung der Epithelzellen schon an Situpräparaten überaus deutlich von den übrigen Elementen sich abheben. Ihre nervöse Natur ergiebt sich unmittelbar aus ihrem Zusammenhang mit den von uns als Ganglienzellen beschriebenen Zellen des Stammes: Der auf der Dorsalseite der Glockenträger ausgebreitete Ganglienplexus steht nämlich in Verbindung mit den Ganglien der Rücken- und Seitenfläche des Stammes, der auf der Ventralseite der Glockenträger liegende Plexus dagegen mit dem oben beschriebenen auf der ventralen Mittellinie des Stammes vorhandenen Gangliengeflecht. Wie die Glocken am Nectosom vermittelst der Glockenträger haften, so sind auch die Bracteen oder Deckblätter durch ähnliche Muskellamellen, die Bracteenträger, mit dem Siphosom verbunden. Der histologische Bau dieser Bracteenträger ist völlig gleich demjenigen der Glockenträger mit Ausnahme des Verlaufes des Mediangefäßes, das in den Bracteen an den unteren Rand derselben gerückt erscheint. Ich kann daher auf die Beschreibung der Glockenträger verweisen und hebe nur dies hervor, daß überall sowohl bei den Physophoriden als auch bei den Diphyiden die Bracteenträger im Ektoderm stets deutlich ausgeprägte Ganglienzellen aufweisen.

Die Stützlamelle des Stammes von Forskalia ist in ihrem anatomischen Verhalten bereits von Korotneff, Claus, Schneider und von mir selbst (s. o.) beschrieben worden; bezüglich ihres feineren Baues verweise ich auf die Befunde an Physophora.

Das aus ein- bis zweikernigen Zellen bestehende Entoderm kleidet nicht nur den Centralkanal des Stammes aus, sondern

setzt sich ventral auch in die Glockenträger fort. Jeder Glockenträger ist nämlich von einem Gefäße durchzogen, welches in der Mitte der Ansatzlinie des Glockenträgers aus dem Centralkanal entspringt, gerade nach der Peripherie hinzieht und daselbst in ein Gefäß, welches zum Teil von dem peripheren Saume des Glockenträgers, zum Teil von dem Scheitel der an diesem letzteren befestigten Schwimmglocke gebildet wird (vergl. Textfig. 4). Beim Abreißen der Glocken verbleibt die eine Hälfte des Lumens dieses Gefäßes an der Peripherie des Glockenträgers, die andere an der Exumbrella der Schwimmglocke haften und bildet daselbst die von den früheren Autoren beschriebenen Mantelgefäße. Am intakten Tiere erscheint das Stielgefäß der Schwimmglocken als unmittelbare Fortsetzung des medianen Gefäßes der Glockenträger, insofern ihre Einmündungsstellen in das periphere Glockenträgergefäß (Mantelgefäß der Autoren) einander unmittelbar gegenüber liegen.

Ganz dieselben histologischen Verhältnisse wie Forskalia zeigt der Stamm der Anthemodinen (Halistemma und Agalmopsis), dagegen treffen wir bei Physophora teils Abweichungen, teils Erweiterung der bisherigen Befunde. Schon makroskopisch fällt der Mangel einer besonderen Pigmentierung der dorsalen Mittellinie auf, wie wir dieselbe bei allen Forskaliden und Anthemodinen vorgefunden und als Fortsetzung des Entoderms unter das dorsale Ektodermepithel erkannt haben. Längs- und Querschnitte lehren uns, daß weder Querkanäle noch dorsales Entoderm vorhanden sind, und daß demnach Korotneff recht hat, wenn er schreibt: „Von einem Centralnervensystem ist keine Spur vorhanden, und die ganze Peripherie des Stammes ist einförmig gebaut.“ Das Ektoderm ist im übrigen völlig analog gebaut demjenigen der Forskaliden und Anthemodinen, neben den charakteristischen Epithelmuskelzellen findet man spärliche Ganglienzellen. Die basalen Fortsätze sind vielfach zerschlitzt und lassen sich an gut macerierten Präparaten stellenweise im Zusammenhange mit den Muskelfasern darstellen. Es zeigt sich dabei, daß eine Epithelzelle mittelst ihrer basalen Fortsätze nicht nur mit einer, sondern mehreren Muskelfibrillen in Zusammenhang steht. Es kann demnach eine einzige Zelle mehreren Muskelfasern motorische Impulse erteilen, und umgekehrt ein und dieselbe Muskelfaser von verschiedenen Zellen her motorische Impulse erhalten. Sinneszellen konnte ich im Gegensatz zu Korotneff außer an der blasenförmigen Stammerweiterung

nirgends am Stamme vorfinden. Die Zellen der interstitiellen Schicht sind äußerst zahlreich und daher auch schon von früheren Autoren (Claus und Korotneff) gesehen worden; letzterer beschreibt sie irrtümlicherweise als Mesoderm: „Die in der Tiefe des Ektoderms liegenden Zellen sind den gleichen von Rhizophysa zu identifizieren und als wahre Mesodermelemente anzusehen.“ Die unmittelbar über der Stützlamelle, aber ganz in der Tiefe zwischen dem Radialseptum liegenden interstitiellen Zellen zeigen zahlreiche Stadien amitotischer Kernteilung, durch welche der fortwährende Nachschub von Epithelzellen gesichert ist. Anfänglich sind diese Zellen sehr klein, erst allmählich vergrößert sich ihr protoplasmatischer Teil, indem zuerst die Anlage der Muskelfibrillen, sodann der basale Fortsatz auftritt, der um so länger wird, je weiter sich die Zelle von der Stützlamelle entfernt und nach der Peripherie wandert (vergl. die von den Palponen entnommenen Figuren 49 und 50), erst zuletzt treten dann die peripheren Fortsätze auf.

Die Radialsepten der Stützlamelle sind im Vergleich zu denjenigen der übrigen Physophoriden sehr zart und sind nur selten einfach, sondern fast immer unweit von ihrem Ursprunge ab baumförmig verästelt. Gegen die Zartheit der Septen kontrastiert die außerordentliche Mächtigkeit des centralen Teiles der Stützlamelle, wie dies in gleichem Maße bei den übrigen Physophoriden nirgends zu beobachten ist. Es ist klar, daß infolge dieser vorwiegend centralen Anordnung seiner Stützelemente der Stamm von Physophora in höherem Grade auf Zugfestigkeit eingerichtet ist als derjenige der Forskaliden oder Anthemodinen etc. Die Zweckmäßigkeit dieser Anordnung ist einleuchtend, wenn wenn wir bedenken, daß die Masse des Siphosoms von Physophora relativ schwerer ist, also einen größeren Zug auf das Nectosom ausübt, als das Siphosom einer Agalmide, Forskalide oder Apolemide, welches infolge der zahlreichen Deckglocken ein relativ geringeres specifisches Gewicht besitzt.

Die Stützlamelle ist keineswegs ein homogenes Gebilde; schon Claus unterscheidet darin „aus verdichteter Substanz der hyalinen Stützlage gebildete Fibrillenzüge“ (Ueber Halistemma tergestin.). Auch Camillo Schneider tritt für eine fibrilläre Struktur der Stützlamelle ein: „In allen bis jetzt untersuchten Lamellen gelang es, oft mit überraschender Deutlichkeit (Pneumatophore von Apolemia, Kamm der Velellascheide), Fasersysteme nachzuweisen; wir werden deshalb wohl nicht fehlgehen, wenn

wir sie ganz allgemein voraussetzen. Und für diese Voraussetzung liefert uns sofort der Befund an den Aufsätzen der Carmarina die Lösung der Frage nach der Abstammung der Fasern in der Lamelle. Meiner Ansicht nach ergiebt sich unzweifelhaft, daß jene vom Protoplasma der Zellen sich herleiten, daß sie Linen sind.“ In der Stützlamelle der Luftflasche von Apolemia beobachtete SCHNEIDER zwei Fasersysteme, eine äußere Längs- und innere Ringfaserschicht; im Stamm der Apolemia kommt nach demselben Autor noch ein System radialer, in den Septen verlaufender Fasern vor. Außer den Faserzügen konstatiert SCHNEIDER ferner das Vorhandensein einer die Fasern verkittenden homogenen Bindemasse. Ich bin in der Lage, alle diese Befunde SCHNEIDER's zu bestätigen und außerdem zu ergänzen [1]).

Mit SCHNEIDER unterscheiden wir am Physophorastamme drei Fasersysteme: Ring-, Längs- und Radialfasern. Das Verhalten der einzelnen Systeme ist folgendes: Die Ringfasern finden sich durch die ganze Dicke der Stützlamelle vor, in vorwiegendem Maße aber nach innen — dem Centralkanal — zu; die Längsfasern treten gleichfalls auf dem ganzen Querschnitte der Lamelle auf, zeigen aber ihre vorwiegende Entwickelung in der Peripherie. Dadurch, daß zu äußerst fast nur Längsfasern, zu innerst fast nur Ringfasern sich vorfinden, erklärt es sich, daß hierdurch an Macerationspräparaten — SCHNEIDER hat nur solche untersucht — eine äußere Längsfaserschicht von einer inneren Ringfaserschicht streng sich zu sondern scheint. Die Radialfasern bauen — wie SCHNEIDER angiebt — zum Teil die Septen auf, zum Teil treten sie aber auch zwischen dem Ursprunge der Septen auf. Die ersteren zeigen ein verschiedenes Verhalten, wir beobachten nämlich 1) Fasern, die nach längerem oder kürzerem Verlaufe umbiegen und als Cirkularfasern im inneren oder peripheren Teile der Stützlamelle weiterlaufen, 2) Fasern, die, in tangentialer Richtung umbiegend, zu Längsfasern der Außen- und Innenschicht der Lamelle werden, und 3) Fasern, welche die ganze Dicke der Lamelle durchsetzen und so eine direkte Verbindung zwischen Entoderm- und Ektodermzellen her-

1) Außer an Macerationspräparaten sind die Fasersysteme mit außerordentlicher Deutlichkeit an Schnittpräparaten zu studieren, die mit Sublimat-Eisessig fixiert und mit Fuchsin oder EHRLICH-BIONDI-HEIDENHAIN-Mischung gefärbt worden sind.

stellen. Analog diesen letzteren verhalten sich die Radialfasern, die zwischen dem Ursprunge der Septen auftreten. Schon E. Haeckel hat in seiner Monographie der Geryoniden die Vermutung ausgesprochen, daß die ektodermalen und entodermalen Zellen durch die Stützlamelle hindurch miteinander in direkter Verbindung stehen, eine Vermutung, die seither nur noch von Jickeli unterstützt worden ist. Mit wünschenswerter Deutlichkeit ist dieser direkte Konnex von Entoderm und Ektoderm nicht nur am Stamme, sondern auch an den Palponen von Physophora zu beobachten.

Im Entoderm des Stammes treffen wir außer den ein- bis zweikernigen Epithelmuskelzellen auch Ganglienzellen an, die sich von den ektodermalen Ganglienzellen durch ihre plumpere Form und ihre relativ zarteren Fortsätze unterscheiden. Wir werden bei Besprechung des Entoderms der Palponen ausführlicher auf den Habitus der entodermalen Ganglienzellen zu sprechen kommen.

Sowohl die Glockenträger als auch die blasenförmige Erweiterung des Stammes von Physophora erheischen eine besondere Besprechung. Die Radialsepten der Stützlamelle, die über dem Dorsum des Stammes ihre höchste Höhe erreichen, werden gegen die Ventralseite zu immer niedriger und verschwinden zuletzt vollständig an der Ursprungsstelle der Glockenträger, um hier einem anderen Systeme von Septen Platz zu machen, welche quer zur Stammachse von der proximalen zur distalen Peripherie der Glockenträger verlaufen. Im Gegensatz zu den schmalen und hohen Stammsepten sind die Quersepten der Glockenträger breit und niedrig, also leistenförmig, ganz so wie diejenigen der Pneumatophore (s. u.). Mit dem Auftreten querer Septen geht die Ausbildung querer Muskelfasern Hand in Hand. Die Quermuskulatur steht zum Teil in direktem Zusammenhang mit der Längsmukulatur des Stammes, indem an der Ursprungsstelle der Glockenträger ein Teil der Stammfasern, in rechtem Winkel umbiegend, in die Quermuskulatur der Glockenträger ausstrahlt; zum Teil aber gehen die Quermuskelfasern ihrerseits in ursprünglicher Richtung noch eine Strecke weit auf den Stamm über, wobei sie unter den Stammfasern hindurchziehen. Besonders stark ist die Quermuskulatur über dem oberen und unteren, etwas ausgezogenen Ende der Glockenträger entwickelt, während sie dagegen über der Mitte etwas zurücktritt. An Präparaten, an denen der Scheitel der Schwimmglocken im

Zusammenhange mit den Glockenträgern belassen wird, kann man sich dann überzeugen, daß die Quermuskulatur an der Exumbrella sich anheftet. Hieraus ist ersichtlich, daß ihre Kontraktion nicht nur die Glockenträger, sondern auch die Schwimmglocken direkt beeinflußt: erstens verkürzen sich hierbei die Glockenträger wodurch die Schwimmglocken dem Stamme genähert werden, welche Wirkung noch unterstützt wird durch den direkten Ansatz der Fasern an die Exumbrella der Glocken, zweitens kann aus ihrer Aktion auch eine Stellungsänderung der Schwimmglocken resultieren, je nachdem sich nur die Muskulatur der Ventralseite oder Dorsalseite, oder des oberen oder unteren Zipfels der Glockenträger kontrahirt, wodurch die Schwimmsacköffnung nach links oder rechts, nach unten oder oben gewendet wird.

Das Ektoderm der Glockenträger ist über den mittleren Partien flach; gegen die Ränder nimmt es an Höhe zu und zeigt an der distalen Peripherie auf der Ventralseite der Glockenträger dicht unterhalb des medianen Gefäßes eine eigentümliche Anschwellung, die nach der Exumbrella der Schwimmglocken zu bogenförmig ausgeschnitten ist. In diesen bogenförmigen Ausschnitt legt sich das „spindelförmige Organ“ des Scheitels der Glocken, das wir bei Besprechung der Schwimmglocken des näheren kennen lernen werden und das, wie ich hier vorwegnehmend bemerken will, aus einer spindelförmigen Anhäufung von Epithel- und Ganglienzellen besteht. Epithel- und Ganglienzellen sind die einzigen Bestandteile des Ektoderms der Glockenträger; wie am Stamme, so fehlen auch hier sowohl Nessel- als Sinneszellen. Die überaus zahlreichen Ganglienzellen der Glockenträger sind bald bi-, bald tripolar, und nicht selten finden sich noch solche en T (Ranvier). Ihre Fortsätze sind an Osmiumpräparaten außerordentlich leicht zu verfolgen, und ich habe meine besondere Aufmerksamkeit darauf gerichtet, ob an der Stelle, wo das „spindelförmige Organ“ der Glocken an den oben beschriebenen Epithelwulst der Glockenträger stößt, ein direkter Zusammenhang von Ganglienzellen der Glocken und Glockenträger vorhanden sei; ich muß nach meinen Befunden diese Frage verneinen und bin der Ansicht, daß lediglich ein Kontakt zwischen den nervösen Elementen der Glocken und denen des Stammes resp. der Glockenträger besteht.

Auch auf der Rückseite der Glockenträger findet sich an der distalen Peripherie ein kleiner Epithelwulst vor, der im

Gegensatze zu demjenigen der Ventralseite oberhalb des Eintrittes des medianen Gefäßes in das Randgefäß liegt. Auf Querschnitten durch Präparate, an denen Schwimmglocken und Glockenträger im Zusammenhange miteinander sind, zeigt sich, daß an dieser Stelle das Randgefäß etwas erweitert und leicht gegen den Stamm hin ausgebuchtet ist und daß die Stützlamelle über dieser Erweiterung von einer spaltförmigen Lücke durchbrochen ist. Indem die von den Rändern dieser Lücke sich erhebenden Epithelzellen sich gegeneinander neigen und miteinander verkleben, bilden sie eine Art Pfropf, durch welchen das Lumen des Randgefäßes von der Außenwelt abgeschlossen wird. Auf die physiologische Bedeutung dieser eigentümlichen Einrichtung werden wir weiter unten zu sprechen kommen (S. 519).

Die Entodermzellen der Glockenträgerkanäle senden parallele Bündel von Fasern in die Stützlamelle aus, die in weiterer oder kürzerer Entfernung sich mit den Fasern der Septen verbinden, indem sie distalwärts und axialwärts in dieselben umbiegen. Wie im Centralkanal, so ist auch in den Glockenträgerkanälen eine entodermale Muskulatur vorhanden, deren Aktion man ganz deutlich am lebenden Tiere beobachten kann, und in Uebereinstimmung mit diesem Befunde konnte ich auch an Macerationspräparaten das Vorhandensein von Ganglienzellen innerhalb der Kanäle konstatieren, die in ihrem Habitus in Nichts von denen des Centralkanales abweichen.

Die histologischen Details der Stammblase sind von Korotneff ausführlicher beschrieben worden, wir betrachten zuerst ihre Oberseite. Korotneff giebt an, daß Muskelfibrillen auf der Oberseite vollständig fehlen. Dies ist nicht richtig. Eine Muskulatur ist auch hier vorhanden, aber ihre Elemente sind sehr zart, so daß ich sie nur an meinen Glycerinpräparaten mit voller Sicherheit nachweisen kann. Nach den dem Ansatze der Palponen dienenden Rähmchen (der Ausdruck stammt von Claus) hin nimmt die Zartheit der Fibrillen zu, während nach der Eintrittsstelle des Stammes in die Blase zu die Fasern derber und deutlicher erkennbar werden und auf diese Weise einen allmählichen Uebergang zur Stamm-Muskulatur bilden. Wahrscheinlich hat Korotneff gerade die den Rähmchen benachbarten Stellen der Stammblase untersucht, wo allerdings die Muskelfibrillen so fein sind, daß sie nur an solchen Präparaten deutlich zu erkennen sind, an denen das Epithel von der Stützlamelle abgelöst wurde. Der Verlauf der Muskelfasern ist ein radiärer, vom Stammein-

tritt in die Blase nach der Peripherie dieser letzteren tendierend. Diese radiäre Anordnung ist bedingt durch das Verhalten der Stützlamelle resp. ihrer Septen. Die Radialsepten des Stammes laufen nämlich bei ihrem Uebergang auf die Blase nach allen Seiten radienförmig auseinander, wobei sie rasch an Höhe abnehmen und wie an der Pneumatophore (siehe unten) flache breite Leisten bilden, um endlich gegen die Rähmchen der Blase zu ganz zu verstreichen.

Das Verhalten der Stützlamelle ist maßgebend für die Gestalt und Anordnung der Epithelzellen. Je niedriger die Septen werden, um so mehr treten die basalen Fortsätze der Epithelzellen zurück, die peripheren Fortsätze verschwinden nach dem Eintritt des Stammes in die Blase sofort, die Zellen werden niedriger oder breiter und erhalten polygonale Gestalt (siehe Fig. 42), ihr Protoplasma zeigt eigentümlich netzförmigen Bau. Nur ganz in der Nähe der Rähmchen werden die Zellen wieder höher und schmäler, wodurch ihre Kerne dichter gedrängt erscheinen. Während am Stamme Nesselzellen fehlen, treten solche auf der Blasenoberseite in großer Anzahl auf. Es fällt sofort auf, daß sie stets in Reihen angeordnet sind und daß die Richtung dieser Reihen derjenigen der Radialsepten entspricht (siehe oben). Da, wo diese Reihen auftreten, sind stets in der Tiefe zwischen den Septenleisten einige interstitielle Zellen zu treffen, die also hier an der Blase nicht nur Epithelzellen, sondern vor allem auch Nesselzellen zu ersetzen haben. Außer diesen kleinen, in Fig. 42 abgebildeten Cnidoblasten finden sich noch große, mächtige Nesselzellen von der Form und Größe, wie sie an den Nesselknöpfen vorkommen, an der Peripherie der Blase vor.

Unsere besondere Aufmerksamkeit verdienen nun aber die nervösen Elemente der Stammblasenoberseite. „Als ich die Blase von Physophora zu untersuchen begann“, bemerkt Korotneff, „erstaunte ich über den außerordentlichen Reichtum an Nerven. Man konnte wohl denken, man habe es mit einem Gehirn zu thun. Die Ganglienzellen und Nerven bilden ein dichtes Geflecht, das in der Tiefe des Ektoderms ausgespannt ist.“ Die Ganglien sind meist bi- und tripolar, seltener quadripolar; mehr als 4 Achsenfortsätze konnte ich nirgends auffinden. Ueber das feinere histologische Verhalten der Zellen und Fasern berichtet Korotneff folgendes (S. 244): „Jede Nervenfaser besteht aus einem ganzen Bündel außerordentlich zarter Fibrillen, die von

körnigem Plasma umgeben sind. Möglicherweise lassen sich diese Fibrillenbündel als Achsencylinder und das Plasma als Markscheide auffassen. Die Plasmascheide ist nicht gleichmäßig verteilt, sondern an einigen Stellen spindelförmig angehäuft. Die Nervenfasern können sich verzweigen, und an solchen Stellen sieht man am besten die Beziehung der Plasmascheide zum Nervenbündel. Dieses teilt sich in 2 oder 3 primitive Bündel, und an der Teilungsstelle ist das Plasma angehäuft und hat eine körnige Beschaffenheit. Bei dem Abgehen der Nervenfasern von der Zelle ist die Faser plasmareich, aber an der Endverzweigung scheint die Plasmascheide ganz zu verschwinden." So weit stimmen meine Befunde mit denen Korotneff's überein. Fig. 56 stellt eine Ganglienzelle von der Oberseite der Stammblase dar; die feinkörnige Plasmascheide überzieht als dünne Schicht die Zelle und ihre Fasern. Bezüglich des Verhaltens der Fibrillen zu den Zellen bin ich zu anderen Resultaten gekommen als Korotneff. Dieser Autor schreibt: „Die Zelle dient nicht als Unterbrechungsort für die Fibrillen, diese ziehen sich längs der Zelle hin, aber in einer etwas anderen Weise, als es bei den höheren Tierformen vorkommt. Bei diesen lösen sich, wenn die Fasern eine Zelle erreichen, die sie konstituierenden Fibrillen auf, setzen ihren Verlauf auf der Peripherie der Nervenzelle fort und vereinigen sich am entgegengesetzten Pole wiederum, um eine der ersteren ganz gleiche Nervenfaser zusammenzusetzen (?); bei den Siphonophoren dagegen zersetzen sich die Nervenfibrillen in der Zelle nicht, sondern behalten die gemeinsame Bündelform bei und legen sich gewöhnlich einer Seite der Zelle so an, daß diese einen Anhang der Faser selbst bildet." Auf Grund seiner Darstellung vergleicht Korotneff diese Zellen den Schwann-schen Zellen. Da der Zellleib der Ganglien fast ganz zurücktritt gegenüber dem Kern und den Zellausläufern, so müssen wir fürs erste von einem Verhalten der Fibrillen zu den Kernen — statt zu den Zellen — sprechen. Dieses Verhalten ist nun ein ganz verschiedenes, und wir können folgende Fälle beobachten: 1) Der Kern ist derart in die Kontinuität zweier oder mehrerer Fasern eingeschaltet, daß er eine Unterbrechung der Fasern bildet (vergl. Fig. 56). 2) Nur ein Teil der Fasern findet eine Unterbrechung, der andere Teil geht ununterbrochen an der Peripherie des Kernes vorbei und zwar a) auf beiden Seiten des Kernes (Fig 71) oder b) nur auf einer (Fig. 70). Dieser letztere Fall ist sehr häufig an der Stammblase zu beobachten und ent-

spricht offenbar dem von KOROTNEFF oben beschriebenen. Ich bemerke aber ausdrücklich, daß niemals die Zelle (oder der Kern) nur einen seitlichen Anhang der Faser bildet, wie KOROTNEFF will, sondern stets finden eine Anzahl Fibrillen ihre Unterbrechung durch den Kern. Der Kern zeigt überall eine schöne Chromatinnetzstruktur; eine Faserung innerhalb des Kernes konnte ich nirgends nachweisen. Ein eigentümliches Verhalten zeigen die Fibrillen an den Teilungsstellen der Nervenfasern, wie dies in Fig. 56 dargestellt ist. Es findet nämlich hier eine allseitige Durchkreuzung der Fibrillen statt, jedoch überwiegt der Anteil der ungekreuzten denjenigen der gekreuzten Fibrillen.

Die Lage des Nervenplexus ist, wie oben angegeben, eine subepitheliale, indessen liegen die Ganglienzellen fast durchweg in der Tiefe zwischen den Epithelzellen, und auch die Nervenfasern verlaufen mit Vorliebe intercellulär, seltener subcellulär. Schon dieser Umstand bedingt es, daß die Elemente des Plexus selbst an Situpräparaten überaus deutlich zu erkennen sind, noch leichter aber wird uns die Untersuchung dieses Nervengeflechtes dadurch, daß sowohl die Zellen als auch die Nerven von einem schmalen hellen Saum umgeben sind, der nichts anderes ist als der Ausdruck eines pericellulären Lymphraumes, wie er uns von den Ganglienzellen der Wirbeltiere her bekannt ist. Wir werden später anläßlich der Beschreibung der Schwimmglocken des näheren auf diese Lymphräume zu sprechen kommen.

Die Unterseite der Stammblase ist von einer Schicht von Epithelmuskelzellen bedeckt, deren derbe Muskelfasern sofort in die Augen springen und bereits von KOROTNEFF erwähnt werden, der indessen über ihren Verlauf nichts aussagt. Im Gegensatz zu den radial verlaufenden Fasern der Oberseite ist die Muskulatur der Unterseite ringförmig angeordnet, d. h. die Fasern laufen parallel zur Peripherie der Blase, wobei sie die Ansatzstellen der Polypen und Fangfugen etc. von innen und außen bogenförmig umfassen. Die Epithelzellen sind wie auf der Unterseite niedrig, flach, polygonal. Nesselzellen fehlen völlig. Auch hier fällt der ganz außerordentliche Reichtum an Ganglienzellen und Nerven auf, und ich stimme der Angabe KOROTNEFF's bei, daß die Nerven hier mehr einen bestimmteren Verlauf zeigen und zu Bündeln von 2, 3 und mehr Fasern parallel nebeneinander herlaufen. Bezüglich des feineren Baues der Ganglien und des Verhaltens der Fibrillen zu den Zellen verweise ich auf die Darstellung der Ganglien der Oberseite

(vergl. auch Fig. 70 und 71). Eine Erscheinung, die wir später bei den Ganglien der Glocken ausführlich erwähnen werden, ist das Auftreten von kleinen Vakuolen in der Nähe des Kernes an der Eintrittsstelle der Nerven (Fig. 71). Auch hier ist der pericelluläre Lymphraum zu erkennen, wenn auch weniger deutlich als auf der Oberseite der Blase.

Die außerordentliche Deutlichkeit, mit welcher das Nervengeflecht auf beiden Seiten der Blase zu verfolgen ist, erlaubt uns nun auch hier zum erstenmal, den Zusammenhang der Nerven mit den Muskeln zu eruieren. KOROTNEFF berichtet darüber folgendes: „Hier (auf der Unterseite der Blase) giebt es wirklich eine unmittelbare Beziehung der Nervenfasern zu den Muskelfibrillen, und diese ist, was dabei das Wichtigste ist, ganz gleich der bei Halistemma, mit anderen Worten: die Nervenfaser endet mit einem Hügelchen auf der Muskelfibrille.“ Ich bin zu wesentlich anderen Befunden gekommen. Wie oben gezeigt und bereits von KOROTNEFF erwähnt wurde, sind die Ganglienzellen und -fasern von einer in der Mitte der Zellen breiteren, längs der Nerven dagegen schmäleren Protoplasmascheide umgeben. Man beobachtet nun im Verlaufe der Nerven von Zeit zu Zeit bald kleine, bald kegelförmige, bald flachere (Fig. 55 und 70) Protoplasmaanschwellungen, von deren Spitze überaus zarte Fäserchen in rechtem Winkel von den Nerven abgehen. Diese Protoplasmahügelchen sind nicht zu verwechseln mit den Plasmaanschwellungen an den Teilungsstellen der Nervenfasern, die schon bei schwacher Vergrößerung sichtbar sind und sich durch ihre grobkörnige Beschaffenheit auszeichnen. Verfolgt man nun die genannten Fäserchen unter starker Vergrößerung, so zeigt sich, daß dieselben nach kurzem Verlaufe am Basalteil der Epithelmuskelzellen endigen. Eine Endigung der Nerven an den Muskelfasern selbst kommt weder hier noch — wie ich vorwegnehmend bemerken will — anderswo bei den Siphonophoren vor. Ueber die Bedeutung dieser Befunde siehe die Schlußbemerkungen. Da diese charakteristische Endigung der Nervenfibrillen an den Epithelmuskelzellen noch schöner als an der Stammblase an den Palponen dargestellt werden kann, so verweise ich hier auf die dortigen Ausführungen und die entsprechenden Figuren (Fig. 51 und 55).

Ober- und Unterseite der Blase stehen durch die zwischen

den Rähmchen verlaufenden Rinnen miteinander in Verbindung. Die radiale Muskulatur der Oberseite strömt in diese Rinnen hinein, um, auf der Unterseite angekommen, nach beiden Seiten umzubiegen und zur Ringmuskulatur zu werden (S. 515). Der Zusammenhang des Plexus der Ober- und Unterseite ist bereits von KOROTNEFF richtig erkannt worden: „Die Rähmchen der Blase sind voneinander vermittelst Rinnen geschieden, in deren Boden bereits CLAUS Zellen gesehen hat, die in zarten Fasern auslaufen, eine unverkennbare Aehnlichkeit mit Ganglienzellen haben und sehr an die multipolaren Zellen der Subumbrella der Acalephen erinnern. Diese von CLAUS ausgesprochene Vermutung kann ich völlig bestätigen."

Das Ektoderm der zwischen den Rähmchen ausgespannten Blasenwand besteht aus großen, flachen, sich wenig tingierenden Zellen, deren zugehörige Muskulatur quer d. h. von einer Längsseite des Rähmchens zur anderen verläuft. Weder Nessel- noch Ganglienzellen konnte ich hier auffinden.

Das Entoderm der Blase unterscheidet sich histologisch nicht von demjenigen des Centralkanals (siehe S. 510). Erwähnung verdient nur das Verhalten der Muskulatur. Diese ist bekanntlich am Stamme ringförmig angeordnet; beim Uebergang auf die Blase aber geht sie in radiale Richtung über und behält diesen Verlauf bei, sowohl auf der Innenseite der Rähmchen als auch auf der Unterseite der Blase. In den Rähmchen verläuft sie demnach von oben nach unten, auf der Unterseite der Blase von der Peripherie zum Centrum.

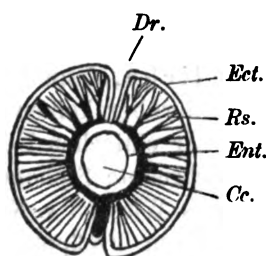


Fig. 8. Querschnitt durch den Stamm von Praya maxima. *Ect.* Ektoderm. *Rs.* Radialsepten der Stützlamelle. *Ent.* Entoderm. *Cc.* Centralkanal. *Dr.* Dorsalrinne.

Unter den Calycophoriden habe ich den Stamm von Praya maxima untersucht. Er zeigt so große Uebereinstimmung mit demjenigen von Apolemia uvaria, daß ich den Stamm beider zugleich besprechen will. Schon bei Lupenvergrößerung zeigt der Stamm dieser Formen eine dorsale und ventrale Rinne. Die erstere ist von KOROTNEFF als „Nervenrinne" bezeichnet und mit dem „Centralnervensystem" der Anthemodinen homologisiert worden. Wir sahen nun oben, daß dies vermeintliche Nervensystem nicht anderes als eine Fortsetzung des Entoderms auf die Dorsalseite des Stammes ist, die an den Internodien des

Siphosoms und am oberen und unteren Ende des Nectosoms durch eine Unterbrechung der Stützlamelle zustande kommt. Diesem Befunde entsprechend, ist auch die sogen. „Nervenrinne“ von Apolemia und Praya keineswegs ein Nervensystem, sondern sie ist eine Einrichtung von gleicher physiologischer Bedeutung, wie der dorsale Entodermkanal der Anthemodinen: Diese dorsale Rinne kommt dadurch zustande, daß diese Radialsepten in der dorsalen Mittellinie einen bis auf die Stützlamelle gehenden, breiteren Zwischenraum oder Kanal zwischen sich lassen, welcher von ektodermalem Epithel ausgekleidet ist. Es fällt nun sofort auf, daß die den Boden der Rinne bildende Stützlamelle an dieser Stelle besonders dünn ist, während sie sonst überall die Dicke der Septen bedeutend übertrifft und an den Internodien, d. h. den Knospungsstellen des Stammes, ist sie auf eine kurze Strecke hin durchbrochen, so daß daselbst Ektoderm und Entoderm einander direkt berühren.

Es ist nun hier der Ort, auf die mutmaßliche physiologische Bedeutung dieser Einrichtung einzugehen — ich sage die mutmaßliche, denn direkte Beobachtung und Experimente können uns hierüber keinen Aufschluß geben; wir müssen uns vielmehr mit der einfachen Ueberlegung behelfen. Eine ruhig im Wasser ausgebreitete Siphonophore (z. B. Forskalia) vollführt, wie dies meines Wissens v. Kölliker zuerst erwähnt hat, fortwährend mit ihren Freßpolypen saugende oder pumpende Bewegungen aus, die, wie genannter Autor sicherlich mit Recht betont, nicht auf das Nahrungsbedürfnis, sondern auf das Atembedürfnis des Tieres (oder der Kolonie) zurückzuführen sind[1]). Durch diese Bewegungen wird nämlich fortwährend frisches Wasser in den Centralkanal und von hier in die einzelnen Organe (Personen) der Kolonie gepumpt. Da nun aber selbstverständlich nur ein gewisses Quantum Wasser in der Gesamtheit der Gastrovaskulärräume Platz hat, so muß auch für den nötigen Abfluß des Wassers gesorgt sein. Dieser Abfluß wird nun am Siphosom ermöglicht durch die oben beschriebenen Lücken in der Stützlamelle des Stammes an Stelle der Internodien, am Nectosom

1) Die Entodermalatmung (Darmatmung) steht jedenfalls bei den Cnidarien nicht hinter der Hautatmung zurück; auch bei den Medusen und Hydropolypen habe ich häufig dergleichen rhythmische, pumpende Bewegungen beobachtet.

aber 1) durch die auf S. 504 beschriebenen Knötchen, in deren Grund die Stützlamelle durchbrochen ist, und 2) durch jene Oeffnungen des Randgefäßes der Glockenträger, die auf S. 512 erwähnt werden. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß durch die Pumpbewegungen einerseits und das Abfließen des Wassers andererseits eine Cirkulation des letzteren zustande kommt, wodurch eben eine Atmung ermöglicht wird. Wahrscheinlich haben aber alle die genannten Abflußöffnungen noch einen anderen Zweck. Bekanntlich antworten die Siphonophoren auf Reize hin durch blitzschnelle Kontraktionen des Stammes und seiner Anhänge, die, wenn Reiz und Kontraktion einen gewissen Grad erreicht haben, zur Abstoßung vereinzelter Personen (oder Organe, Glocken, Polypen, Palponen etc.) führen. Die Ursache dieser Selbstamputationen ist klar: wenn Ring- und Längsmuskulatur sich gleichzeitig kontrahieren, wird der Gastrovaskularraum verkleinert, und das in ihm befindliche Wasser wird infolge seiner Inkompressibilität an den locis minoris resistentiae d. h. den Ansatzstellen der Anhänge die Stützlamelle sprengen und so zur Abstoßung der Anhänge führen. Vielleicht spielen nun die genannten Abflußöffnungen die Rolle von Ventilen, und verhindern so bei schwächeren Kontraktionen durch Ermöglichung des Abfließens die für die Kolonie so verhängnisvollen Amputationen. Mit dieser Ueberlegung würde die Thatsache harmonieren, daß der dorsale Entodermkanal gerade den sensibelsten Formen — den Forskaliden und Anthemodinen — zukommt, während er den weniger empfindlichen Formen — Physophora, Apolemia und den Calyconecten — fehlt.

Bezüglich der histologischen Details des Stammes von Apolemia und Praya verweise ich auf die Beschreibung der Physophoriden: Die Epithelmuskelzellen haben überall die charakteristischen basalen und peripheren Fortsätze. Letztere sind hier besonders ausgebildet und fallen sofort dadurch auf, daß sich in ihnen glatte Muskelfasern gebildet haben — analog, wie sich in den basalen Fortsätzen die Längsmuskeln ausscheiden. Diese von den peripheren Fortsätzen ausgeschiedenen Muskelfasern haben cirkulären Verlauf und bilden so in ihrer Gesamtheit eine starke ektodermale Ringmuskulatur. Die Epithelzellen sind bei den Diphyiden (Praya) breiter und höher als bei den Physophoriden. Von der Fläche gesehen, erscheinen sie von netzförmigem oder unregelmäßig vakuolisiertem

Bau, so daß sie an Drüsenzellen erinnern. Möglich, daß sie die Fähigkeit haben, Schleim abzusondern. Nesselzellen finden sich zerstreut über den Stamm von Apolemia und denjenigen von Praya, vor allem aber interessiert uns auch hier das Vorkommen von Ganglienzellen, die man am besten in situ zur Darstellung bringen kann, wenn man mittelst einer feinen Augenschere möglichst dünne Tangentialschnitte durch den Stamm macht. Besonders eignen sich hierzu die Stellen, wo die Bracteenträger entspringen, man sieht dann an günstigen Präparaten deutlich den Zusammenhang der Ganglien des Stammes mit denjenigen über den Bracteenträgern.

Schwimmglocken.

Als Ausgangsobjekt mögen uns die Schwimmglocken von Physophora hydrostatica dienen. Das exumbrellare Epithel bildet über dem Schirmrande einen ringförmigen Wulst (Fig. 1), welcher seine größte Breite zu beiden Seiten der Schwimmsacköffnung besitzt und von hier aus auf der unteren Glockenseite allmählich gegen die Medianlinie zu abnimmt, während er dagegen auf der Oberseite zuerst plötzlich sich verschmälert, um sodann gegen die Mitte zu an Breite wieder zuzunehmen. Auf Querschnitten (vergl. Fig. 1) erscheint dieser Epithelwulst als hohes, nach dem Volum wie nach der Exumbrella zu allmählich abfallendes Zellpolster, welches seine größte Höhe über der Mitte der Ober- und Unterseite der Glocke erreicht. Von der Fläche betrachtet, zeigt der Epithelwulst oder — wie wir ihn von nun an nennen wollen — Randwulst einen eigentümlichen, netzartigen oder vakuolisierten Bau, der durch hohe, cylindrische oder prismatische Zellen zustande kommt, die neben einem großen Kerne und wenig wandständigem, körnigem Plasma eine große, helle, centrale Vakuole enthalten und ihrer Natur nach offenbar als Drüsenzellen aufzufassen sind (Fig. 2). Zwischen diesen Zellen, zumeist in den Ecken, in denen mehrere derselben zusammenstoßen, liegen oberflächlich teils Epithel-, teils kleine Nesselzellen (Fig. 2 *pt.*), in der Tiefe dagegen deren Jugendformen, mit anderen Worten die Zellen einer interstitiellen Schicht, und zwischen beiden Schichten die Elemente eines Nervengeflechtes (Fig. 3). Nach dem exumbrellaren Rande hin treten die Drüsenzellen allmählich zurück und verschwinden zuletzt vollständig

indem sie einen schmalen Saum übrig lassen, der lediglich von Epithel-, Nessel- und Ganglienzellen eingenommen wird (Fig. 5). Die Epithelzellen sind durch ihre basalen, meist einfachen, seltener geteilten Fortsätze charakterisiert, deren Länge selbstverständlich von der Lage der betreffenden Zellen im Randwulste abhängig ist: Die längsten Fortsätze besitzen die Zellen auf der größten Höhe des Wulstes, die kürzesten die am Rande gelegenen Zellen. Durch ihre basalen Fortsätze stehen die Epithelzellen außer mit der Stützlamelle mit einem System zarter Muskelfasern in Zusammenhang, die in der Längsrichtung der Glocke, also vom Scheitel gegen das Velum zu, verlaufen. Diese Muskelfaserung, welche nach der exumbrellaren Peripherie des Randwulstes hin immer zarter wird und über diesen hinaus nur noch als äußerst feine Streifung bis zum Scheitel der Glocke zu verfolgen ist, nimmt umgekehrt nach dem Velum zu an Stärke bedeutend zu und bildet in ihrer Fortsetzung auf die Unterseite (Außenseite) des Velums die bekannte Radialmuskulatur des letzteren Genau so wie an den Polypen, Palponen und dem Stamm findet sich also auch über den Glocken eine ektodermale Längsmuskulatur. Entsprechend der stärkeren Entwickelung der Radialmuskulatur des Velums zu beiden Seiten der Schwimmsacköffnung ist auch ihre Fortsetzung auf die Exumbrella über den Seitenpartien des Randwulstes am deutlichsten ausgebildet, was wiederum zur Folge hat, daß an diesen Stellen die zugehörigen Epithelzellen am dichtesten gehäuft sind und ihr Charakter als Epithelmuskelzellen am schärfsten hervortritt (Fig. 4). Auch über dem Scheitel der Glocke, nach der Eintrittsstelle des medianen Glockenträgergefäßes hin zeigt die erwähnte, als feine subepitheliale Streifung imponierende Muskelfaserung eine stärkere Ausbildung und erscheint hier als unmittelbare Fortsetzung der ektodermalen Muskulatur der Glockenträger (vergl. S. 511). Schon Camillo Schneider (l. c. S. 410) hat jene subepitheliale Streifung an der Exumbrella erkannt und mit Recht hervorgehoben, daß dieselbe von der darunter liegenden Streifung der Stützlamelle auseinanderzuhalten ist, dagegen erwähnt er nicht ihren kontinuierlichen Zusammenhang mit der Radialmuskulatur des Velums einer- und der Muskulatur des Glockenträgers andererseits.

Sowohl im Bereiche des Randwulstes als auch über der Ansatzstelle und der exumbrellaren Peripherie des Velums liegt unter dem Epithel noch ein zweites Muskelfasersystem, dessen Fasern im

großen und ganzen circulären Verlauf innehalten und über der Radialmuskulatur gelegen sind. In den von den Drüsenzellen besetzten Partien des Randwulstes ist der cirkuläre Verlauf der Fasern mehr oder weniger verwischt (Fig. 3), um so deutlicher aber tritt er über dem Ansatze des Velums und an der exumbrellaren Peripherie hervor (Fig. 5, Taf. XXIII). Ueber der Mitte des Randwulstes ist die Ringmuskulatur am stärksten ausgebildet, während sie nach dem Velum und der Exumbrella zu abnimmt. Die topographische Lage der Cirkulärfasern zwischen Epithel und Radialmuskulatur bedingt es, daß sie nur selten einen gestreckten Verlauf zeigen, sondern meist in mehr oder weniger starken Windungen sich zwischen den Drüsen- und Epithelzellen resp. deren basalen Fortsätzen hindurchwinden. Dieser gewundene Verlauf, verbunden mit der Zartheit der Fasern, giebt ihnen auf den ersten Blick das Aussehen von Nervenfasern, und sicherlich wäre eine derartige Auffassung um so naheliegender, als einmal, wie bereits oben erwähnt und gleich ausführlicher behandelt werden soll, zahlreiche Ganglienzellen zwischen Epithel und Radialmuskulatur eingestreut sind, sodann aber die ringförmige Anordnung der Fasern und ihre Lage über dem Schirmrande an ein Homologon des äußeren Nervenringes der Medusen denken ließe. Indessen ist es bei genauerem Zusehen nicht schwierig zu zeigen, daß die besprochenen Fasern nicht nervöser, sondern muskulärer Natur sind. Dafür spricht einmal die Thatsache, daß die Fasern keine seitlichen Verzweigungen abgeben, vor allem aber ihr eigentümliches Verhalten an der exumbrellaren Peripherie des Randwulstes. Fig. 5 stellt einen Abschnitt derselben auf der Unterseite der Schwimmglocke dar. Wir ersehen daraus, wie ein Teil der Cirkulärfasern, in radialer Richtung umbiegend, in die Radiärfaserung der Exumbrella ausstrahlt, wobei die Fasern zu Büscheln vereinigt erscheinen und häufig durch bogenförmige Anastomosen miteinander verbunden sind. Zugleich erfahren wir an dieser Stelle auch die Herkunft der Cirkulärfasern: Es zeigt sich nämlich, daß sie ebenso wie die radialen Muskelfasern integrierende Bestandteile (oder Ausscheidungen) der Epithelzellen sind. Nähern wir uns nun auf der Unterseite der Glocke, von den Seiten her kommend, der Mitte zu, so bemerken wir, wie die Zahl der auf die Exumbrella umbiegenden Cirkulärfasern zunimmt und wie dieselben in der Medianlinie einem mit breiter Basis aus dem Randwulst entspringenden Muskelfaserstrang Ursprung geben, der in gerader

Richtung auf der Exumbrella zur Ansatzstelle der Glockenträger verläuft (vergl. Fig. 6) und auf seinem ganzen Wege von Ganglienzellen und Nervenfasern begleitet wird. Ein ähnliches Verhalten wie auf der Unterseite weisen die Cirkulärfasern auch auf der Oberseite der Schwimmglocken auf, indem sie auch hier einen medianen Muskelfaserstrang bilden, der aber viel mächtiger ist und schon nach kurzem Verlaufe in zwei nach oben ziehende divergierende Stränge sich spaltet. Von diesem Faserstrang abgesehen findet man auf der Oberseite sonst nirgends ein Ausstrahlen der Ringfasern auf die Exumbrella. Was schließlich die Seitenpartien des Randwulstes anbelangt, so hat zwar auch hier ein Umbiegen der Cirkulärfasern in die radiale Richtung statt, indessen laufen die Fasern nicht peripherwärts nach der Exumbrella, sondern vielmehr nach innen gegen das Velum zu und bilden auf diese Weise eine Verstärkung der Radialmuskulatur des Velums (vergl. Fig. 4).

Die Wirkungsweise der exumbrellaren Muskulatur erhellt aus ihrer Anordnung. Dadurch, daß die Radialfasern des Velums sich auf die Exumbrella fortsetzen, tritt bei ihrer Kontraktion d. i. bei der Diastole der Glocken eine Verkürzung der Exumbrella, und zwar vornehmlich ihres unteren Teiles ein, die in Folge der konischen Gestalt dieses Abschnittes einer Erweiterung der Ansatzstelle des Velums gleichkommt. Es wird demnach die bei der Diastole eintretende Erweiterung der Schwimmsacköffnung in doppelter Weise bewerkstelligt: Einmal durch die Verschmälerung des Velums und zweitens durch die Erweiterung des ihm zum Ansatz dienenden Ringes. Der Zweck dieser Einrichtung leuchtet ein. Es wird dadurch bei der Diastole eine promptere Füllung ermöglicht. Die beiden medianen Muskelfaserstränge haben offenbar die Aufgabe, die Stellung der Schwimmsacköffnung und damit die Ausflußrichtung des Wassers bei der Systole zu regulieren. Bei Kontraktion des oberen Stranges z. B. wird die Schwimmsacköffnung vertikal gestellt, wodurch ein mehr seitlicher Ausfluß des Wassers bedingt wird u. s. w. Die Ringmuskulatur endlich unterstützt selbstverständlich die Verengerung der Schwimmsacköffnung bei der Systole.

Unsere besondere Beachtung verdienen die nervösen Elemente der Exumbrella. Wir haben bereits oben erwähnt, daß in der Tiefe des Randwulstes ein Nervengeflecht ausgebreitet ist

(s. Fig. 3). Die Ganglienzellen dieses Plexus sind meist tri- und quadripolar, seltener bipolar und heben sich durch ihre Tinktion an Osmiumsäurepräparaten leicht ab von den sie umgebenden interstitiellen Zellen. Leicht kenntlich sind sie aber auch durch ihre deutlich zu verfolgenden Fortsätze, die außer durch ihre Ramifikation durch dunklere Färbung von den Ringmuskelfasern sich unterscheiden. Während es in den von den Drüsenzellen besetzten Partien des Randwulstes nur an jungen Objekten möglich ist, die Ganglienzellen in situ durch das Epithel hindurch zu erkennen, treten diese an den Rändern des Wulstes stets sehr deutlich hervor und erweisen sich hier im Zusammenhang stehend mit einem die Unterseite des Velums — also die Radialmuskulatur — versorgenden Nervengeflechte (Fig. 8) einerseits und einem das untere Drittel der Exumbrella einnehmenden Plexus andererseits (Fig. 3, 1, 2). In ihrer Gesamtheit bilden demnach alle diese Ganglien und Nerven einen einheitlichen, die Außenseite des Velums und die Exumbrella versorgenden Nervenplexus, der zwar im Randwulste am dichtesten ist, in der Anordnung seiner Elemente aber überall denselben Charakter zeigt: Nirgends kommt es zu einem gesetzmäßigen, parallelen Verlaufe der Fasern, nirgends daher zur Bildung eines exumbrellaren Nervenringes, wie wir ihn von den Medusen her kennen.

In der Verbreitung dieses exumbrellaren Nervengeflechtes sowohl als auch im Bau des Epithels zeigen sich wesentliche Differenzen zwischen Ober- und Unterseite der Glocke. Bei Betrachtung dieser letzteren fällt uns zuvörderst jener oben erwähnte mediane Muskelfaserstrang (Fig. 9) in die Augen, der, aus dem Randwulste aufsteigend, nach dem Scheitel der Glocke verläuft und auf seinem ganzen Verlaufe von Ganglienzellen und Fasern begleitet wird. Der Strang besteht durchweg aus gestreckt und parallel verlaufenden Muskelfasern ausgenommen an der Basis des Stranges, wo die Fasern in cirkulärer Richtung umbiegen (vergl. Fig. 6), und am Scheitel der Glocke, wo einzelne Fasern zuweilen bogenförmig nach außen sich wenden, um bald einfach, bald besenreisartig in feinste Fibrillen gespalten, nach kurzem Verlaufe zu endigen. In die verbreiterte Basis des Stranges (Fig. 6) treten sehr zahlreiche Muskelfasern ein, in seinem weiteren Verlaufe aber ist ihre Zahl eine sehr geringe

(3—4). Die Kerne der Faserzellen sind bedeutend kleiner als diejenigen des exumbrellaren Epithels und ähneln durch ihre Spindelform und ihre dunklere Färbung in hohem Grade bipolaren Ganglienzellen, von denen sie sich daher nur durch ihre helleren, derberen und unverzweigten (oder nur terminal gespaltenen) Fasern unterscheiden. Freilich kann auch vielerorts dieses Kriterium im Stich lassen, falls die Fasern und ihre zugehörigen Kerne sehr zusammengedrängt sind, und es nicht gelingt, durch leichten Druck oder durch Klopfen auf das Deckgläschen die einzelnen Elemente des Stranges zu isolieren. Wo diese Isolierung gelingt, kann man sich mit Leichtigkeit davon überzeugen, daß außer tri- und multipolaren Ganglienzellen, die ja ohne weiteres durch ihre Form von den Muskelfaserzellen abstechen, auch bipolare Ganglienzellen im Verlaufe des Muskelstranges vorkommen, die mit den tri- und multipolaren in Verbindung stehen. Ganglien- und Faserzellen zeichnen sich nun auf den ersten Blick durch ihre eigentümliche Anordnung aus, indem sie nämlich in weiten, ziemlich gleichen Abständen, zu kleineren Zellhäufchen oder Gruppen vereint, in der Kontinuität des Stranges liegen (vergl. Fig. 9). Infolge dieses typischen Verhaltens erinnert das ganze Gebilde an eine durch lange Internodien ausgezeichnete Ganglienkette eines Articulaten. Auf dem Scheitel der Glocken endigt der Faserstrang in Form einer spindelförmigen Anschwellung, die durch ein aus dicht gedrängten Zellen formiertes Polster gebildet wird, in welchem Epithel- und Ganglienzellen erst nach ihrer Isolierung als solche zu erkennen sind. Wir haben bereits oben auf S. 511 dieses „spindelförmige Organ", wie wir das Gebilde nennen wollen, erwähnt und gesehen, daß dasselbe in einen entsprechenden Ausschnitt am Rande der ventralen Seite des Glockenträgers zu liegen kommt (vergl. Textfig. 4). Da dieser Ausschnitt sowohl an den rechts- wie linksseitigen Glockenträgern ventral und unterhalb des Mediangefäßes sich befindet, so folgt daraus, daß an den rechtsseitigen Glocken das spindelförmige Organ links, an den linksseitigen rechts vom Eintrittsorte des medianen Glockenträgergefäßes in das sog. Stielgefäß (d. i. das vom Scheitel nach dem Schwimmsack ziehende Gefäß) der Glocken liegen muß. Wie gleich erörtert werden soll, ist das spindelförmige Organ die einzige Stelle am Glockenscheitel, die Ganglienzellen enthält, und es ist hieraus ersichtlich, daß genanntes Organ den

Zusammenhang des Nervensystems des Stammes mit demjenigen der Glocken vermittelt.

Die Ganglienzellen des Faserstranges stehen nun, wie Fig. 9 zeigt, nach beiden Seiten hin mit denjenigen des exumbrellaren Nervengeflechtes in Verbindung. Dieses letztere erstreckt sich indessen nicht bis zum Scheitel, sondern nur über die untere Hälfte der Unterseite der Glocken. Ein Vergleich der Fig. 9 und 8 welche diesen Plexus in seinen medialen und lateralen Partien darstellen, lehrt uns, daß sowohl der Charakter des Epithels, als auch der Verlauf der Nervenfasern beiderorts ein verschiedener ist. Median fehlen Nesselzellen vollständig, und die Fasern haben einen auffallend gestreckten Verlauf, lateral dagegen sind zahlreiche Cnidoblasten in das Epithel eingestreut, die nach den Seiten der Glocke zu immer zahlreicher werden, und die Ganglienfasern verlaufen ganz unregelmäßig und in vielfachen Windungen. Das Epithel ist ein flaches Plattenepithel, dessen Zellgrenzen an ausgewachsenen Glocken völlig unsichtbar sind. Es ist mir auch nicht gelungen, dieselben durch Silberimprägnation sichtbar zu machen [1]). Die Ganglienzellen liegen überall vorwiegend in der Tiefe **zwischen** den Epithelzellen, während ihre Fortsätze dagegen ebenso regelmäßig subcellular verlaufen.

Die außerordentliche Flachheit und Durchsichtigkeit des Epithels ermöglicht uns nun hier, die nervösen Elemente einer genaueren histologischen Analyse zu unterziehen. Die Ganglienzellen der Exumbrella sind noch ärmer an Protoplasma als diejenigen am Stamme und an den Palponen, der Kern nimmt sozusagen die ganze Zelle ein, die Fortsätze sind außerordentlich zart, viel zarter als beispielsweise diejenigen der Tastpolypen. Eine eigentümliche und fast konstante Erscheinung ist nun das **Auftreten von Vakuolen im Innern der Ganglienzellen.** Wie die Figg. 59 u. 60 deutlich zeigen, entstehen diese

1) Durch einen eigentümlichen Zufall konnte ich dagegen an ausgewachsenen Glocken von Forskalia und Halistemma den Verlauf der Zellgrenzen dieses Epithels erkennen, indem an einigen Exemplaren eine eigentümliche Micrococcusart in den Zwischenzellräumen des Glockenepithels schmarotzte, wodurch die Zellgrenzen leicht sichtbar gemacht wurden und wie Imprägnationspräparate aussahen. Wie sich an diesen Präparaten zeigte, sind die Zellgrenzen nicht gerade, sondern mehr oder weniger stark geschlängelt, wie dies an den Oberzellen eines Blattes zu sehen ist.

Vakuolen im Innern des Kernes, zumeist in der Einzahl, seltener zu zwei oder mehreren. Anfänglich sind diese Vakuolen sehr klein, später nehmen sie an Größe zu und gelangen unter die Oberfläche des Kernes. Schließlich wachsen sie derart, daß der Kern völlig auf eine Seite gedrückt wird und der Vakuole in ähnlicher Weise aufsitzt, wie die Kerne der Cnidoblasten den Nesselkapseln (Fig. 62 u. 67). Man beachte aber, daß bis anhier die Vakuole immer noch innerhalb des Kernes gelegen ist, wie aus den beiden Figuren deutlich zu ersehen ist: Die Vakuole ist von der Kernmembran und einer dünnen Schicht von Kernsubstanz umgeben, die eine weitmaschige Netzstruktur aufweist. Man trifft nun aber zuweilen Ganglien an (Fig. 63 u. 64), aus deren Form zu ersehen ist, daß sie unzweifelhaft eine Vakuole besessen haben, die aber durch Platzen in den pericellulären Lymphraum sich ergossen hat. Dieser pericelluläre Lymphraum, der uns schon von der Stammblase her bekannt ist, läßt sich hier an den Schwimmglocken mit besonderer Deutlichkeit sowohl längs der Zellen als der Nerven verfolgen. Am schärfsten tritt er da hervor, wo zufällig eine Faser unter einem Epithelkern durchläuft (vergl. Fig. 69). Die Anfangsstadien der Vakuolen erinnern ganz an die von Sack beschriebenen intranukleären Vakuolen der Fettzellen (Arch. f. mikr. Anatomie, Bd. 46), hier handelt es sich indessen mit Bestimmtheit um Flüssigkeitsvakuolen und nicht um Fetttropfen. Ich kenne in der Litteratur kein anderes Beispiel von Vakuolen in entwickelten Ganglienzellen, wohl aber sind Vakuolen beschrieben worden in sich entwickelnden Ganglien, den Neuroblasten der Wirbeltiere, und zwar durch Vignal (Archiv. de physiol. normale et patholog., 1884) und R. Burckhardt (Archiv für mikrosk. Anatomie, Bd. 34). Beide Autoren behandeln die Entwickelung der Neuroblasten und geben an, daß für dieselben eigentümliche Vakuolen charakteristisch seien. Während Vignal dieselben dem Plasma zurechnet, spricht sich Burckhardt dafür aus, daß sie dem Kerne angehören: Sie liegen immer dem Kern an und greifen in denselben ein; das Kernnetz erstreckt sich über die Vakuolen (vergl. hierzu meine Fig. 62 u. 67). Gewöhnlich enthält der Kern nur eine Vakuole, seltener deren zwei. „Was die rätselhaften Bläschen zu bedeuten haben“, sagt Burckhardt, „ist möglicherweise zu verstehen, wenn einmal die außerordentlich komplizierten Formveränderungen denen der Kern der Neuroblasten unterliegt, im Zusammenhang untersucht würden.“

Durch meine Untersuchungen ist wenigstens so viel festgestellt, daß die Vakuolen zum pericellulären Lymphraume Beziehungen haben, indem sie sich in denselben ergießen. Die Vermutung liegt daher nahe, daß diese Lymphräume gerade durch diesen Ausscheidungsprozeß entstehen, wissen wir doch, daß die flüssigen Intercellularsubstanzen oder Zwischenflüssigkeiten (Blut, Lymphe etc.) überhaupt in ihrer Entstehung auf Zellen dieser oder jener Art zurückgeführt werden müssen.

Eine zweite auffallende Erscheinung im Nervengeflechte der Exumbrella ist das Vorkommen amitotischer Teilung von Ganglienzellen. Die Figg. 65—68, die ich aus der großen Zahl alle Stufen der Teilung darstellender Bilder herausgegriffen habe, illustrieren deutlich diesen Vorgang. Am häufigsten findet die Teilung in der Weise statt, daß der Kern sich sanduhrförmig einschnürt und die Einschnürungsstelle immer länger und dünner wird (Figg. 65 u. 66), bis die beiden Tochterkerne sich getrennt haben. Einen selteneren Teilungsmodus zeigt Fig. 67: die Tochterkerne rücken bei der Teilung nicht auseinander; auch nach vollkommener Teilung können dieselben nebeneinander liegen, wie dies in Fig. 68 dargestellt ist. Dieser Teilungsprozeß hat nun keineswegs etwa nur an den jüngsten Glocken oder nur an jugendlichen Individuen statt, sondern ebenso häufig an den ältesten Nectophoren völlig ausgewachsener Tiere. Es handelt sich also — ich betone dies ausdrücklich — nicht um einen ontogenetischen Prozeß, sondern um einen Vorgang, der sich auch im Leben des ausgewachsenen geschlechtsreifen Tieres abspielt. Da ich nun nirgends Andeutungen einer Rückbildung von Ganglienzellen angetroffen, so erhellt daraus, daß die Bedeutung dieser Teilungen nicht etwa in einem Ersatz zu Grunde gegangener Elemente liegen kann — es deutet vielmehr auch diese Thatsache darauf hin, daß den Siphonophoren ein unbegrenztes Wachstum zukommt (vergl. S. 503) [1]). Meines Wissens sind Teilungen von Ganglienzellen bisher nirgends beobachtet worden; nur Apolant beschreibt eine amitotische Kernteilung in den sympathischen Ganglien der Katze, die jedoch nicht zur Teilung der Ganglienzellen, sondern nur zur Mehrkernigkeit derselben führt (Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. 37).

1) Ich bin mir wohl bewußt, daß es hierbei unlogisch ist, von „ausgewachsenen" Tieren zu reden; aus praktischen Gründen behalte ich jedoch diesen Ausdruck bei.

Die Ausläufer der Ganglienzellen der Exumbrella sind außerordentlich zart im Vergleich zu denjenigen an der Stammblase und den Palponen. Sie sind aber — auch ihre feinsten Verzweigungen — stets deutlich zu verfolgen, dank des sie begleitenden Lymphraumes, der indessen, wie ich hier nachholen will, an den Ganglienzellen in der Regel etwas erweitert ist. Auch hier ist über den Fasern eine protoplasmatische Scheide bemerkbar (vergl. S. 514), jedoch ist dieselbe so außerordentlich dünn, daß sie nur mit Sicherheit in der Nähe der Ganglienzellen und an den Teilungsstellen der Fasern zu erkennen ist. An den letzteren bildet sie freilich manchmal sogar auffallend mächtige Anschwellungen (vergl. Fig. 69), die zum Teil auf längere Strecken die Ausläufer begleiten können (in derselben Figur links). Wie Macerationspräparate zeigen, zerfallen die Nerven in zahlreiche feinste Fibrillen (Fig. 8), die infolge der Einwirkung der Essigsäure starke Schlängelungen und Quellungen aufweisen, an mit FLEMMING'scher Lösung konservierten Präparaten dagegen erscheinen die Fasern homogen. Ganz wie an der Stammblase finden wir auch hier von Zeit zu Zeit feinste Fäserchen von den Nerven abgehen (von einem Plasmahügelchen entspringend) und nach kurzem Verlaufe endigen. Diese Endigung hat auch hier mit Bestimmtheit nicht etwa an den als feine Streifen eben noch erkennbaren Muskelfibrillen der Exumbrella statt. Bei stärkster Vergrößerung bekommt man vielmehr den Eindruck, daß die Fäserchen in einem äußerst zarten Netzwerk aufgehen, das den Epithelzellen angehört. Wir werden bei den Palponen sehen, daß diese Auffassung zweifellos richtig ist (vergl. Fig. 72). Bezüglich des Verhaltens der Nervenfibrillen zu den Ganglienzellen verweise ich auf die Ausführungen auf S. 514 und die Figg. 64 u. 67, aus denen ohne weiteres ersichtlich ist, daß häufig nur ein Teil der Fasern durch den Kern unterbrochen wird.

Wenden wir uns nunmehr zur Oberseite der Exumbrella. In erster Linie beanspruchen auch hier jene oben erwähnten, mit gemeinsamer Basis aus dem Randwulst entspringenden Muskelfaserstränge (S. 523) unser Interesse. Die Elemente dieser Stränge gleichen völlig denjenigen des auf der Unterseite gelegenen Faserstranges, nur sieht man hier die Fasern häufiger seitwärts umbiegen und besenreisartig sich verästeln. Ein wesentlicher Unterschied liegt aber in der Anordnung der Faserzellen und der diese begleitenden Ganglienzellen,

indem beide nämlich völlig unregelmäßig und dicht gedrängt in der Kontinuität des Stranges liegen, ohne Internodien zu bilden, wie am Muskelfaserstrang der Unterseite (vergl. Fig. 10 u. 12). Im großen und ganzen erscheinen die Faserzellen der Oberseite etwas derber, und sie sind schon aus diesem Grunde leichter von den Ganglien mit ihren zarten Fortsätzen zu unterscheiden. Um zu zeigen, daß die Faserzellen, die ja, wie oben erwähnt, auf den ersten Blick an bipolare Ganglienzellen erinnern, in der That Muskelzellen sind, bilde ich in Fig. 43 einen ganz ähnlich gebauten Strang ab, der auf der Außenseite der Nesselknöpfe liegt, und dessen Fasern so breit und derb sind, daß sie ohne weiteres als Muskelbildungen erkannt werden. Während nun im Verlaufe des Muskelstranges der Oberseite und in unmittelbarer Nähe desselben Ganglienzellen in reicher Anzahl vorkommen, konnte ich in einiger Entfernung von demselben keine solchen mit Sicherheit auffinden. Wir haben bereits oben erwähnt, daß auf der Unterseite der Glocken lateralwärts die Nesselzellen immer häufiger werden, und haben hier nur hinzuzufügen, daß in dieser Beziehung ein allmählicher Uebergang im histologischen Bau der Unterseite zu demjenigen der Oberseite statthat. Auch in den Verlauf des Faserstranges sind zahlreiche Cnidoblasten eingestreut. Der Umstand, daß gerade die Oberseite so reich an Nesselzellen ist, leuchtet ein, wenn wir die Glocken in situ am Stamme betrachten. Die Differenzierung des Ektoderms in einfache Epithelzellen und Nesselzellen, die schon in den frühesten Stadien beginnt, wird naturgemäß an denjenigen Stellen in den Hintergrund treten, die den Einflüssen der Außenwelt weniger ausgesetzt sind. Dies ist nun an der obersten, zuletzt ausgebildeten Glocke auf ihrer Unterseite der Fall, welche von Anfang an der Oberseite der nächst unteren dicht aufliegt, während ihre Oberseite lange Zeit in ihrer weitaus größten Ausdehnung frei bleibt. Zudem ist die Anordnung der Glocken am Stamme derart, daß auch die Oberseite der älteren Schwimmglocken stets nur zur Hälfte von der Unterseite der nächst oberen bedeckt ist, während die Unterseite stets völlig den Einflüssen der Außenwelt entzogen ist. Sehr deutlich ist auf der Oberseite — wie ich beiläufig bemerken will — das Schicksal der verbrauchten (explodierten) Cnidoblosten zu eruieren. Man sieht alle Stadien regressiver Metamorphose an diesen Zellen, die sich vor allem durch Karyolyse einleitet. Die Epithelzellen der Oberseite sind nicht wie diejenigen der Unterseite indifferenten

Charakters, sondern zeigen einen unregelmäßig vakuolisierten Bau und gehen, wie dies nach ihrer Tinktion zu ersehen, offenbar schleimige Metamorphose ein. Dem fortwährenden Verbrauche von Nessel- und Schleimzellen entsprechend, findet man zahlreiche amitotische Teilungen, die für den nötigen Nachschub sorgen.

Betrachten wir nunmehr die histologischen Verhältnisse auf der Subumbrella. An der Ansatzstelle des Velums, dem Randwulst gegenüber und innen vom Ringkanal verläuft unter dem Epithel ein schmaler, aber deutlich ausgeprägter Nervenring (Fig. 11). Im Gegensatz zum subumbrellaren Nervenringe der Medusen, welche aus überaus zahlreichen, teils groben, teils zartesten Fasern zusammengesetzt ist, besteht derjenige von Physophora — und der Siphonophoren überhaupt — nur aus wenigen fast parallel nebeneinander verlaufenden, ziemlich derben Fasern, in deren Kontinuität teils bipolare, seltener tripolare und quadripolare Ganglienzellen eingeschaltet sind. Die einzelnen Nerven stehen miteinander in Verbindung, teils direkt durch Anastomosen, die von einer Faser zur andern ziehen, teils indirekt durch Fasern, die von einer Ganglienzelle zu einem benachbarten Nerven laufen. Die Stelle, welcher der Nervenring aufliegt, ist frei von Muskulatur, indem die velare und subumbrellare Muskulatur daselbst einen schmalen freien Zwischenraum zwischen sich lassen. Der Nervenring liegt demgemäß direkt der Stützlamelle auf. Diese letztere ist an dieser Stelle von außerordentlicher Zartheit und läßt nach Abpinselung der beiderseitigen Epithelien nirgends Lücken oder größere Poren erkennen, welche etwa dazu bestimmt wären, den Nervenring mit dem exumbrellaren Nervengeflecht verbindenden Fasern den Durchtritt zu gestatten. Dennoch möchte ich keineswegs, wie dies C. Schneider für die Medusen gethan, die Existenz solcher Kommunikationsfasern in Abrede stellen, da es durch die Zartheit der vorliegenden Objekte leicht erklärlich ist, daß auch bei schonendster Maceration zarteste Fibrillen weggerissen werden können, oder daß feinste Poren übersehen werden. Ich bin im Gegenteil nach Durchsicht von Präparaten, bei denen nur das subumbrellare Epithel entfernt worden war, während der exumbrellare Randwulst in situ belassen wurde, zu der Ansicht geneigt, daß in der That ein Zusammenhang zwischen Nervenring und exumbrellarem Plexus vorhanden ist, indem ich nämlich hier und da vereinzelte — niemals aber, wie dies die Gebrüder

Hertwig bei den Medusen sahen, zu Bündeln vereinigte — Nervenfasern durch die Stützlamelle hindurch verfolgen zu können glaubte.

Sowohl nach dem Velum als auch nach der Subumbrella hin giebt der Nervenring Fasern ab, die sich bald verzweigen und infolge ihrer Zartheit und der relativen Undurchsichtigkeit des subumbrellaren Epithels nur auf kurze Strecken hin zu verfolgen sind. Als ich an die Untersuchung der Subumbrella herantrat, erwartete ich ohne weiteres über dem mächtigen, quergestreiften Muskelstratum einen entsprechend deutlich entwickelten Nervenplexus zu finden. Meine Erwartung hat sich nicht erfüllt; ich habe Dutzende von Subumbrellen von Physophora auf das genaueste nach Ganglienzellen durchmustert und habe niemals solche aufgefunden, und um Wiederholungen zu vermeiden, will ich gleich hier bemerken, daß sowohl die übrigen Physophoriden als auch die Calycophoriden denselben Mangel nervöser Elemente in der Subumbrella aufweisen. Schon Chun hatte bei Diphyes vergeblich nach Ganglienzellen in der Subumbrella gesucht und bemerkt hierüber (Zoolog. Anzeiger, 1882, No. 117): „Dagegen ist es mir auf keine Weise gelungen, Ganglienzellen über der quergestreiften Muskulatur der Schwimmglocken von Diphyies aufzufinden, einer Stelle also, wo man sie zuerst vermuten möchte.“ Diese auffallende Thatsache, daß die Subumbrella der Siphonophoren, von dem subumbrellaren Nervenring abgesehen, weder Ganglien noch Nerven enthält, scheint mir bezüglich der Rolle, die das Nervensystem bei seinem ersten Auftreten in der Tierreihe spielt, einen bedeutsamen Fingerzeig abzugeben, und ich werde daher in den Schlußbemerkungen des näheren hierauf eintreten.

Die Epithelmuskelzellen der Subumbrella verdienen unsere besondere Beachtung. In ihrer Gesamtheit bilden sie ein flaches Plattenepithel, das durch eine verhältnismäßig dünne Stützlamelle von der Gefäß- oder Cathamalplatte geschieden ist (Fig. 46). Die Zellen sind unregelmäßig polygonal, ihre Ecken häufig in kurze oder lange Spitzen ausgezogen, die mit den ausgezogenen Ecken benachbarter Zellen sich treffen. Von der Fläche gesehen, zeigen sie ein körniges Endoplasma und einen schmalen Randsaum hyalinen Exoplasmas. Schon hierdurch lassen sich die Zellgrenzen außerordentlich leicht verfolgen, noch ein zweiter Umstand aber unterstützt diese leichte Abgrenzung: Wie ein Blick

auf Fig. 47 lehrt, die eine durch Maceration isolierte Zelle von der Seite darstellt, zeigen die Zellen auf ihrer Oberfläche eine Verdichtung des Protoplasmas, eine Art Cuticula, die ich aus sogleich zu erörternden Gründen Deckplatte nennen will. Unter dieser Deckplatte erscheint das Exoplasma in längere und kürzere zarte Fortsätze ausgezogen, durch die zweifelsohne eine direkte Kommunikation zwischen benachbarten Zellen vermittelt wird. Beobachtet man nun das Epithel unter starker Vergrößerung zunächst bei hoher Einstellung, so sieht man deutlich die Grenzlinien der Deckplatten, bei tiefer Einstellung dagegen verschwinden diese Konturen, und an ihrer Stelle erscheinen mehr oder weniger breite helle Säume, die nichts anderes sind als Intercellulärlücken oder intercelluläre Lymphräume. Das ganze Bild erinnert so sehr an die von Kolossow gegebene Beschreibung der Struktur des Pleuroperitonealepithels (Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. 42), daß ich zur besseren Illustration dieser Verhältnisse diesen Autor citieren will: „Bei der Untersuchung der Präparate des Pleuroperitonealendothels, das mit Osmiumsäure nach dieser Methode behandelt wurde, ist es leicht, sich davon zu überzeugen, daß jede Zelle aus zwei verschiedenen Teilen aufgebaut ist: einem oberflächlichen, der das Aussehen eines sehr dünnen, homogenen Blättchens hat, und einem tieferen, welcher aus einem anscheinend schwach körnigen Plasma gebildet wird, in welchem der Zellkern mit einem oder zwei Kernkörperchen excentrisch liegt. Diese beiden übereinander geschichteten Teile sind aufs innigste miteinander verbunden und bilden zusammen ein unzertrennliches Ganze, ein Zellindividuum. Sie unterscheiden sich scharf durch ihre Färbung voneinander: der erste Teil, welchen ich Deckplatte nenne, nimmt bei der Desoxydation der Osmiumsäure eine blaßgraue Farbe an, der zweite protoplasmatische Teil färbt sich dagegen mehr oder minder intensiv schwarz .... Der tiefere Teil jeder Zelle, welcher das Protoplasma im strengen Sinne ist, verbindet sich mit dem entsprechenden protoplasmatischen Teile der benachbarten Elemente durch zahlreiche kurze feine Fortsätze, während der oberflächlliche Teil, die Deckplatte, welche als metamorphosiertes Protoplasma, als eine Zugabe der Zelle, anzusehen ist, nicht mit eben solchen Deckplatten der benachbarten Zellen verbunden ist, sondern dieselben mit seinen Rändern auf der Oberfläche nur dicht berührt. Auf solche Weise erscheinen die Strukturelemente des Epithels an der freien Ober-

fläche voneinander abgesondert, tiefer abwärts aber anastomosieren sie mittelst zahlreicher protoplasmatischer Fortsätze, an welchen Stellen die Substanz der einen Zelle in die der anderen ohne Unterbrechung sich fortsetzt." Dieser letzte Satz hat seine völlige Giltigkeit auch für das Epithel der Subumbrella.

Wie aus Fig. 46 und 47 ersichtlich ist, weisen die Epithelzellen sowohl von der Seite gesehen, als auch im Durchschnitte eine eigentümliche Streifung auf, die durch abwechselnd nebeneinander liegende hellere und dunklere Plasmaschichten formiert wird. Die dunklen Streifen gehen am Grunde der Zelle direkt in die Muskelfasersubstanz über, während die hellen zwischen den Muskeln hindurch zur Stützlamelle ziehen (Fig. 46). Da die dunkleren Streifen doppelt lichtbrechend sind und in ihrem Verlaufe völlig den Muskelfasern entsprechen, so werden wir nicht fehlgehen in der Annahme, daß diese dunklen Schichten Kontraktilität besitzen und die Aufgabe haben, während der Verkürzung der Muskelfasern auch den in der Richtung der Fasern verlaufenden Durchmesser der Zellen zu verkürzen.

Der Kern der Zellen ist von außerordentlich wechselnder Form, bald oval, bald vollkommen gelappt, derart, daß zwischen den einzelnen Lappen oft nur ganz dünne Brücken ausgespannt sind; ja, es kann sogar zu Zweiteilungen kommen, die aber niemals von einer Teilung des Zellleibes gefolgt sind.

Der Zusammenhang der Epithelmuskelzellen mit den Muskelfasern ist ein außerordentlich inniger, und man kann sich leicht davon überzeugen, daß die einzelne Zelle zu keiner von den unter ihr durchlaufenden Fasern in engerer Beziehung steht als zu den anderen. Es kann demnach ein und dieselbe Zelle mehrerer Muskelfasern motorische Impulse erteilen, und umgekehrt kann aber auch eine einzelne Muskelfaser von mehreren Zellen erregt werden, da sie unter mehreren Zellen hindurchläuft. Durch die oben erwähnten Anastomosen der Epithelzellen untereinander wird das Abhängigkeitsverhältnis von Faser und Zelle noch komplizierter. Wie die Untersuchung ganz jugendlicher Nectophoren lehrt (etwa von 2 mm Größe), ist dieses Verhältnis von Zellen und Fasern keineswegs ein ursprüngliches, sondern erst sekundär im Laufe der Entwickelung sich ausbildendes. Man kann nämlich in jenen Jugendstadien an Macerationspräparaten mit Leichtigkeit konstatieren, daß die Epithelzellen nur je mit einer Faser zusammenhängen. Die Zellen sind anfänglich rundlich und besitzen einen basalen Fort-

satz, der sich nach zwei direkt entgegengesetzten Richtungen immer mehr verlängert und an seinem Grunde die Muskelfaser zur Ausscheidung bringt. Ich will gleich hier vorwegnehmen, daß dieses ursprüngliche Verhältnis bei den Diphyiden bestehen bleibt. Außer den Epithelmuskelzellen findet sich nun in der Subumbrella noch eine andere Art von Zellen vor. Untersucht man nämlich die den Radialkanälen benachbarten Partien der Subumbrella, so stößt man von Zeit zu Zeit auf kleine, intensiv gefärbte, meist spindelförmige Zellen, die in der Tiefe zwischen den Epithelzellen liegen und 1—2 deutliche Ausläufer aufweisen. Infolge ihrer Gestalt täuschen diese Zellen auf den ersten Blick Ganglienzellen vor und ich hielt sie auch anfänglich für solche, bis mich weitere Untersuchungen anders belehrten. Man sieht nämlich bei mühevoller und geduldiger Durchmusterung zahlreicher Subumbrellen alle Uebergangsformen von diesen gangliformen Zellen zu Epithelmuskelzellen, so daß kein Zweifel obwalten kann, daß die fraglichen Elemente die Rolle von interstitiellen Zellen spielen, d. h. daß sie den Nachschub neuer Epithelien zu vermitteln haben — von einer interstitiellen Schicht, wie am Stamme, ist hier freilich nicht die Rede. Die Figg. 73—75 erläutern diesen Prozeß. Die interstitiellen Zellen teilen sich amitotisch, und die Tochterzellen rücken nach der Teilung auseinander, wobei sie jedoch durch eine stets deutlich ausgeprägte Plasmabrücke miteinander verbunden bleiben (Fig. 73). Während die eine der Tochterzellen als interstitielle Zelle fortexistiert, um sich später wieder von neuem zu teilen, entwickelt sich die andere allmählich zur Epithelmuskelzelle (Fig. 74), indem sie sich nach und nach mit einer immer mächtigeren Plasmahülle umgiebt. Merkwürdigerweise bleibt die interstitielle Zelle mit der sich entwickelnden Epithelmuskelzelle bis zu deren völliger Ausbildung durch die oben erwähnte Plasmabrücke in Verbindung, die sich natürlich dementsprechend bedeutend verlängert. Oft sieht man dann Bilder, wie in Fig. 75 dargestellt ist: Epithel- und interstitielle Zelle sind durch einen längeren Plasmastrang verbunden, der unter einer die beiden Zellen trennenden Epithelzelle hindurchläuft. Man kann sich das Zustandekommen solcher Bilder nur dann erklären, wenn man annimmt, daß entweder eine Wanderung der einen der beiden Zellen (wahrscheinlich der interstitiellen) statthat oder daß die Epithelmuskelzellen selbst ihren Ort verändern können. Das letztere scheint mir ausgeschlossen zu sein, für nicht unwahrscheinlich halte ich dagegen das Vorkommen

einer amöboiden Bewegung der Epithelmuskelzellen derart, daß nicht Ortsveränderung, sondern bloße Formveränderung durch dieselbe vermittelt wird. Bekanntlich kommt eine derartige amöboide Bewegung an den Ektodermzellen der Polypen vor, wie dies schon ältere Autoren bei Forskalia gesehen und ich selbst auch bei Halistemma und Agalmopsis beobachtet habe. Die außerordentlich wechselnde Form der Epithelmuskelzellen und ihre oft zu längeren Fortsätzen ausgezogenen Ecken ließen diese Vermutung in mir aufkommen. Da ich nirgends Andeutungen einer regressiven Metamorphose der Epithelmuskelzellen fand, obwohl ich meine besondere Aufmerksamkeit hierauf richtete, so spricht das Vorhandensein von interstitiellen Zellen wiederum für ein unbegrenztes Wachstum der Siphonophoren.

Bezüglich der feineren histologischen Details der quergestreiften Muskelfasern verweise ich auf die Schilderung der Muskulatur von Sublavia (Galeolaria), da sie dort zur schönsten und stärksten Ausbildung gelangen. Nur über den Verlauf der Muskelfasern von Physophora will ich an dieser Stelle Bericht erstatten. Die in den Lehrbüchern verbreitete Angabe, daß die Muskulatur im Bereiche der Schwimmsackhöhle quer verlaufe, ist nicht völlig richtig; vielmehr findet etwa von der Mitte der Subumbrella an ein Umbiegen der von beiden Seiten nach der Mittellinie zu verlaufenden Muskelfasern nach dem Scheitel des Schwimmsackes hin statt, in der Weise, wie dies Fig. 58 schematisch wiedergiebt. Ein Blick auf die Figur läßt sofort die physiologische Bedeutung dieses charakteristischen Faserverlaufes erkennen, in dem durch diesen letzteren eine allseitige und gleichmäßige Verengerung der Schwimmsackhöhle ermöglicht wird.

Es erübrigt uns noch, auf das Entoderm der Schwimmglocken einzutreten. Wie in den Gefäßen der Glocken- und Bracteenträgern (s. oben), so zeigt sich auch in denjenigen der Schwimmglocken eine deutlichere Ringfaserung ausgebildet, die eine Verengerung des Lumens der Glockenkanäle ermöglicht. Zwischen den Kanälen breitet sich das Entoderm bekanntlich flächenförmig zur Cathammal- oder Gefäßplatte aus. Die Zellen dieser Platte fallen auf durch ihre eigentümlich welligen Begrenzungslinien, die an die Oberhaut von Pflanzen erinnern. Auch hier sind die Zellen durch deutlich ausgebildete Intercellularräume voneinander geschieden, die wiederum von feinsten Plasmabrücken durchspannt werden. Ganglienzellen habe ich im Entoderm der Glocken von Physophora nirgends aufgefunden.

Es läßt sich von vornherein erwarten, daß der histologische Befund an den Schwimmglocken von Physophora auch im großen und ganzen für die übrigen Physophoriden Geltung hat und dies trifft auch in der That zu, wenn auch in Folge der Kleinheit und Subtilität des Materials nicht überall die histologischen Details mit derselben Deutlichkeit zu erkennen sind, wie es bei Physophora der Fall ist. Sowohl in der äußeren Gestalt der Schwimmglocken als auch in deren histologischem Bau schließt sich Halistemma rubrum am engsten an Physophora an. Der den Schirmrand einnehmende Epithelwulst erreicht im allgemeinen nur geringe Dimensionen; nur über dem Ursprung der Radialkanäle aus dem Ringkanal schwillt er zu größerer Höhe und Breite an und bildet lateral zwei keulenförmige Wülste, die von Claus (Ueber Halistemma sergestinum) Seitenzapfen genannt worden sind. (Vogt hat dieselben am lebenden Tiere irrtümlich für Reservoirs der Seitenkanäle gehalten; vergl. die Siphonophoren von Nizza, S. 65.) Die Drüsenzellen des Wulstes sind von außerordentlicher Größe und erscheinen als hohe prismatische Säulen. In den Seitenzapfen fallen vor allem die großen ovalen Cnidoblasten auf, wie wir sie im Nesselwulst der Polypen vorfinden. Wie Vogt richtig angiebt, zeichnet sich die nach der Schwimmsacköffnung hin gelegene Peripherie der Seitenzapfen an jüngeren Schwimmglocken durch lebhafteste Pigmentation aus, die an älteren Glocken wieder verschwindet. Das Pigment ist äußerst säure-empfindlich und wird, wie sich an mit Sublimat fixierten Objekten erkennen läßt, von den die großen Cnidoblasten umgebenden Zellen abgeschieden. Kleine Nesselzellen von der Form, wie wir sie von Physophora her kennen, fehlen im Randwulst selbst, bilden aber an seiner exumbrellaren Peripherie einen Kranz, von welchem an den Seiten und auf der Oberseite der Schwimmglocken 6 über den Kanten der Exumbrella verlaufende Nesselzellreihen abgehen. Die Radialmuskulatur der Exumbrella ist nur auf der Unterseite des Velums gut entwickelt, während sie schon unter dem Randwulst so außerordentlich zart wird, daß sie nur als feinste Streifung erkennbar ist. Die Ringmuskelfasern dagegen sind im Randwulste recht deutlich ausgeprägt. Ihre Fasern zeigen hier einen viel gestreckteren Verlauf als bei Physophora, sie sind aber verhältnismäßig spärlicher und liegen daher weiter auseinander. Ganglienzellen finden sich in reichlicher Anzahl im Randwulste, sie sind namentlich an den Rändern desselben schon in situ deutlich zu erkennen.

Wie bei Physophora biegen auch hier die Ringfasern in der Mitte der Ober- und Unterseite nach der Exumbrella um und treten daselbst zur Bildung je eines Muskelfaserstranges zusammen. Derjenige der Oberseite ist in Fig. 12 dargestellt. Die Zellen sind so dicht gedrängt, daß erst nach ihrer Abpinselung die unterliegenden zarten Fasern zu sehen sind. Der Strang ist von Ganglienzellen begleitet, die mit solchen außerhalb desselben auf der Exumbrella in Verbindung stehen. Interessant ist hier das Vorkommen von Ganglien *en T* (Ranvier) siehe Fig. 12 *G.enT.* d. h. unipolaren Ganglien, deren Fortsatz sich in 2 divergirende Aeste spaltet. Der Faserstrang der Unterseite ist wie bei Physophora charakterisiert durch die Bildung von Internodien. Es fällt sofort auf, daß zu beiden Seiten des Stranges nichts von einem exumbrellaren Ganglienplexus zu sehen ist, wie wir ihn bei Physophora fanden, demgemäß besteht der Strang lediglich aus bipolaren Zellen, und es ist daher die Frage hier viel schwieriger zu entscheiden, ob der ganze Strang nur aus Faserzellen gebildet werde oder ob er auch von bipolaren Ganglienzellen begleitet sei. Ich kann nach Durchsicht zahlreicher Präparate mit Sicherheit angeben, daß der letztere Fall zutrifft: Erstens ist an der Ursprungsstelle des Faserstranges die Beobachtung zu machen, daß von den Ganglien des Randwulstes Nervenfasern in den Strang eintreten (Fig. 6) und daselbst mit Zellen desselben in Verbindung stehen, und zweitens zeigt eine genaue Analyse der Zellhäufchen des Stranges, daß sie aus zweierlei Elementen bestehen. Die einen Zellen sind ziemlich lang, blaß, und ihre Fasern erscheinen heller und ganz zart gekörnt, die anderen, an Zahl zurücktretenden Zellen sind klein, stark tingirt, und ihre Fasern sind homogener und dunkler; erstere sind Faser-, letztere Ganglienzellen. Die Häufchen bestehen meistens aus 3 Zellen und man sieht dann gewöhnlich 2 Epithelzellen zu beiden Seiten einer Ganglienzelle gelagert. Das exumbrellare Epithel ist im ganzen viel einförmiger als dasjenige von Physophora und besteht aus flachen Plattenepithelzellen und spärlichen Cnidoblasten. Nur in Begleitung der Nesselzellreihen findet man anders geartete Elemente, die durch ihren Reichtum an Vacuolen sich sofort als Drüsenzellen kundgeben. Die histologischen Verhältnisse der Subumbrella, vor allem die Lage und Anordnung der subumbrellaren Nervenringe stimmen völlig mit denjenigen von Physophora überein und dies hat — wie ich, um Wiederholungen

zu vermeiden, an dieser Stelle bemerken will — auch für alle übrigen Physophoriden seine Geltung.

Unter diesen letzteren verdienen nur noch 2 Formen unser besonderes Interesse, Forskalia Leuckarti und Forskalia Edwartsii die beide durch ihre eigentümlichen Pigmentflecke unsere Aufmerksamkeit erregen. Derjenige von Leuckarti gehört dem Entoderm an. Leuckart (Zur näheren Kenntnis d. Siphonoph. von Nizza) beschreibt ihn folgendermaßen: „Bevor das Stielgefäß an den Schwimmsack herantritt wird es von einem brennend roten Pigmentfleck umlagert der fast eine Linie im Durchmesser hat und eine rundliche Scheibe darstellt, die mit der Richtung der Höhenachse zusammenfällt". Diese Scheibe kommt dadurch zustande, daß die sonst flachen Entodermzellen des Gefäßes an dieser Stelle plötzlich in dorsoventraler Richtung sich strecken. Das Pigment besteht aus kleinen rundlichen Körnchen, die die Zellen der Scheibe vollständig erfüllen. Es ist äusserst leichtlöslich in Säuren und Alkohol; über seine chemische Natur konnte ich nichts eruieren. Der Pigmentfleck von Forskalia Edwartsii liegt ektodermal. Die äußere Form des Pigmentfleckes und seine Lage am Schwimmrande über der Eintrittsstelle des oberen Radialkanals in den Ringkanal erhellt aus den Figuren 14 u. 24. Erstere stellt ihn, von der Fläche gesehen, letztere im sagittalen Durchschnitt dar. In beiden Figuren fallen die den Pigmentablagerungen aufliegenden Kerne auf und man erkennt sogleich, daß jedes der einzelnen den Pigmentkörper zusammensetzenden „birnförmigen Stücke", wie sie Kölliker (Die Schwimmpolypen von Messina) nannte, eine Zelle repräsentiert. Noch deutlicher zeigt sich dies an Macerationspräparaten (Figg. 15—18). Die Gestalt der einzelnen Pigmentzellen ist weniger birnförmig als unregelmäßig prismatisch. Die größte Höhe erreichen sie über der Mitte des Pigmentfleckes, während sie nach den Rändern zu niedriger werden. Wie Figur 15 u. 16 zeigt, ist die der Stützlamelle aufliegende Basis der Zellen durch kürzere oder längere Fortsätze ausgezeichnet. Fast der ganze Zellleib, mit Ausnahme der basalen Fortsätze, wird von der harten, brüchigen, chitinartigen Pigmentablagerung eingenommen. Der Kern liegt stets näher dem distalen Ende der Zelle, bald neben (Figg. 15 u. 18), bald über (Figg. 16 u. 17) der Pigmentablagerung, häufig in einer Nische desselben, wie dies Fig. 17 darstellt. Die der Peripherie des Pigmentkörpers angehörenden Zellen (Figg. 15 u. 18) fallen sofort dadurch auf, daß die Pig-

mentablagerung bedeutend zurücktritt und einen größeren Teil der Zelle freiläßt, der von einem körnigen Plasma erfüllt ist und durch das Auftreten größerer und kleinerer heller Vakuolen charakterisiert ist. Vergleicht man diese Zellen mit den ihnen unmittelbar benachbarten Drüsenzellen des Randwulstes, so springt sofort ihre Aehnlichkeit in die Augen, die um so frappanter wird, je jüngere Schwimmglocken wir untersuchen, und es läßt sich an letzteren mit Leichtigkeit konstatieren, daß die Pigmentzellen lediglich umgewandelte Drüsenzellen sind. Fig. 19 stellt eine Drüsenzelle aus der unmittelbaren Umgebung des Pigmentkörpers einer jüngeren Schwimmglocke dar, Fig. 20 eine Pigmentzelle aus der Peripherie des Pigmentkörpers, in deren basalem Teile bereits die Abscheidung des Pigmentes in Form unregelmäßiger rundlicher Ballen stattgefunden hat, während der distale Teil noch mit dem grobkörnigen vakuolenreichen Plasma erfüllt ist, das den Drüsenzellen eigen ist (Figg. 20—22). Diese letzteren sind bei den Forskaliden von außerordentlicher Länge und ragen wie kurze Tentakel vom Schirmrand empor. Am lebenden Objekte kann man leicht die merkwürdige Thatsache beobachten, daß diese Drüsenzellen — vorab die zu Büscheln vereinigten Drüsenzellen von Forskalia Leuckarti (Fig. 23) langsame, aber deutliche Bewegungen, Nutationen, ausführen, so daß ihre Aehnlichkeit mit Tentakeln dadurch noch erhöht wird. Die Figuren 21 u. 22 stellen solche Drüsenzellen von Forskalia Edwartsii dar. Die basalen Fortsätze sind stets gut ausgebildet und verlaufen in radialer Richtung dem Verlaufe der Radialmuskulatur entsprechend. Neben dem körnigen, sich mit Osmiumsäure eigentümlich bräunlich tingierenden Plasma fallen die großen hellen Vakuolen auf, die aus einer schleimigen Masse bestehen und, wie Figg. 14 u. 21 zeigen, zeitweise nach außen geworfen werden.

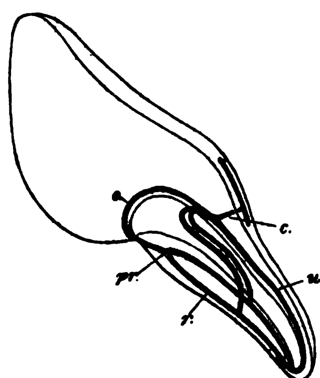
Welches ist nun die physiologische Bedeutung der beschriebenen Pigmentflecke? Was zunächst denjenigen von Forskalia Edwartsii anbetrifft, so liegt im Vergleich mit den Medusen der Gedanke nahe, daß es sich um ein Sinnesorgan handeln könnte, und ich habe auch meine besondere Aufmerksamkeit darauf gerichtet, ob ein Zusammenhang der Pigmentzellen mit den Ganglienzellen des Randwulstes zu beobachten sei. Ich kann mit Bestimmtheit versichern, daß von einem solchen

Zusammenhang nicht die Rede ist. Ein Sinnesepithel in der Umgebung des Pigmentfleckes fehlt gleichfalls vollständig, wir haben also entschieden kein Sinnesorgan vor uns. Vergleicht man nun die Pigmentflecken zahlreicher ausgewachsener Glocken miteinander, so fällt sofort der verschiedene Habitus derselben auf, der dadurch bedingt ist, daß eine überaus wechselnde Anzahl von Pigmentzellen den Fleck konstatieren: Oft sind nur wenige, 10—15 Zellen vorhanden, die dann durch ihre besondere Größe auffallen, oft dagegen mehr denn 50 kleinere und schlankere Zellen zum Pigmentfleck vereinigt. Es spricht dieser Umstand wohl am ehesten dafür, daß es sich um ein Ausscheidungsprodukt (Exkretionsprodukt) handelt, wie denn ja die chitinartigen Substanzen in der niederen Tierreihe (Anneliden, Arthropoden) häufig die Rolle von Exkretionsprodukten spielen. Noch ein anderer Umstand spricht für unsere Auffassung: Ganz ähnlich gebaute Pigmentflecke wie bei Forskalia Edwartsii findet man bei Lilyopsis rosea und zwar auf den einander zugekehrten Seiten der beiden Schwimmglocken, also von der Außenwelt abgewendet. Die Pigmentflecke (rot) sind hier gleichfalls aus (meist nur 2—3) modifizierten Drüsenzellen zusammengesetzt, die von einem Haufen indifferenter Epithelzellen umgeben sind, und es fällt sofort auf, daß hier auch die Zahl der Pigmentflecke eine wechselnde ist. Sinnesorgane dürften bei ein und derselben Tierart schwerlich in wechselnder Anzahl vorkommen! Der entodermale Pigmentfleck von Forskalia Leuckartii ist seiner physiologischen Bedeutung nach wohl auf gleiche Linie zu stellen mit dem entodermalen Pigmentfleck der Pneumasophore. Ich verweise daher auf den Abschnitt Pneumasophore.

Die Exumbrella der Forskaliden ist noch viel einfacher gebaut als diejenige von Halistemma, insofern der exumbrellare Ganglienplexus lediglich auf den Randwulst und die Unterseite des Velums beschränkt ist. Zu beiden Seiten der Glocke von Forskalia Leuckarti finden sich zwei schon unter Lupenvergrößerung leicht sichtbare ovale Warzen, die durch eine Anhäufung von Drüsenzellen zustande kommen, diese Drüsenzellen haben ganz das Aussehen derjenigen, die wir bei Halistemma im Verlaufe der Nesselzellreihen vorfanden. An der Exumbrella von Forskalia Edwartsii sind noch eigentümliche tentakelartige Ausstülpungen der Gallerte erwähnenswert, auf deren Spitze eine oder mehrere Nesselzellen sitzen.

Unter den Calycophoriden wenden wir uns zunächst

Hippopodius gleba zu. Wie aus den Textfiguren 9 und 10 ersichtlich und schon von LEUCKART angegeben wurde, fehlt dieser Siphonophore ein eigentliches Velum; doch wird ein solches dadurch vorgetäuscht, daß die Peripherie des subumbrellaren Ektoderms und der Cathammalplatte als freier Saum in die Schwimmsackhöhle hineinragt (Fig. 10). Es zeigt sich demnach hier die auffallende Erscheinung, daß das Entoderm (die Cathammalplatte) direkt der Außenwelt zugewendet ist. Subumbrellares Ektoderm und Cathammalplatte sind im mitt-



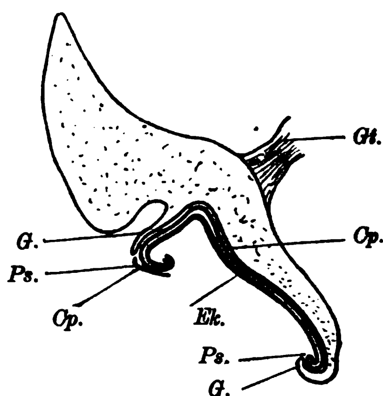


Fig. 9. Fig. 10.

Fig. 9. Schematische Darstellung der Gefässe der Schwimmglocke von Hippopodius gleta. *C.* Centralgefäss (Stielgefäss). *r.* Ringkanal. *u.* unteres Radialgefäss. *o.* oberes Radialgefäss. *pr.* Pseudovelum.

Fig. 10. Durchschnitt durch die Glocke von Hippopodius gleta. *Gt.* Glockenträger. *Cp.* Cathamalplatte. *Ek.* subumbrellares Ektoderm. *Ps.* Pseudovelum. *G.* Gallertsaum.

leren Teil außerordentlich flach und nur durch eine dünne zarte Stützlamelle geschieden; eine Muskulatur fehlt bei beiden; ja nicht einmal eine Streifung als Andeutung einer solchen ist hier vorhanden. In der Peripherie dagegen, die durch einen in Fig. 10 dargestellten Gallertsaum teilweise überdacht ist und in dem als Pseudovelum frei hervorragende Teile ist in beiden Blättern eine kräftige Muskulatur entwickelt: Die ektodermale quergestreifte Muskulatur verläuft ringförmig und ist besonders stark ausgebildet gegen den freien Rand des Pseudovelums, während sie gegen den Glockenscheitel hin schwächer wird und aus dem ringförmigen Verlauf bogenförmig in radiale Richtung übergeht. Die Muskulatur der Cathammalplatte dagegen ist radial angeordnet und reicht etwas weiter nach dem Glockenscheitel als die ektodermale, wo

sie in Form von kegelförmigen Bündeln endigt. Aus Fig. 9 ist der Verlauf der Schwimmsackgefäße ersichtlich: Da das Velum fehlt, erscheint das Ringgefäß an den freien Rand der Subumbrella gerückt. Das untere Radialgefäß löst sich, wie zuerst LEUCKART angegeben, an den oberen, jüngeren Glocken in ein Capillarnetz auf und zwar erscheint dieses um so ausgedehnter, je jünger die Glocken sind. Wie schon CHUN (Sitz.-Berichte der Kgl. Preuß. Akademie der Wissenschaft., 31. Jahrg.) erwähnt, zeigen die Entodermzellen dieses Capillarnetzes alle Stadien amitotischer Kernteilung, die aber ohne Zellteilung verläuft und nur eine Brut von Kernen hervorbringt. Zwischen den Entodermzellen bemerkt man hie und da kleinere, mit kurzen Fortsätzen behaftete Zellen, die ich anfänglich ihrer Form halber für Ganglien ansprach, die aber, wie genaue Untersuchungen lehrten, nichts anderes als interstitielle Zellen sind, die einen Nachschub neuer Entodermelemente vermitteln. Wir werden dergleichen entodermalen interstitiellen Zellen, wie ich hier vorwegnehmend bemerken will, noch späterhin an den Palponen und Polypen begegnen. Das Ektoderm der Exumbrella ist neben flachen Plattenepithelzellen durch kleine, eigentümlich geformte an Cnidoblasten erinnernde Zellen ausgezeichnet, die einen kleinen, dunkel tingierten Kern besitzen, der einer dünnen Kapsel aufsitzt. Der Inhalt der Kapsel ist indessen kein Cnidocil, sondern ein mucinähnliches, oft vakuolisiertes Plasma, das an zahlreichen Stellen teilweise aus der Kapsel herausgestoßen erscheint. Ich halte diese Elemente für modifizierte Cnidoblasten und vermute, daß sie die Träger der Phosphorescenz sind, die an Hippopodius gleba im Dunkeln so außerordentlich schön zu beobachten ist. Ein Randwulst, wie wir ihn bei den Physophoriden kennen gelernt, fehlt hier völlig und ebensowenig ist von radialen und cirkulären Muskelfasern über der Exumbrella etwas zu sehen. Mit dem Fehlen der cirkulären Fasern harmoniert der Mangel eines Muskelfaserstranges auf der Ober- und Unterseite. Was uns aber vor allem interessiert, ist die Thatsache, daß bei Hippopodius weder ein exumbrellarer Ganglienplexus noch ein subumbrellarer Nervenring vorkommt. Die Schwimmglocke dieser Siphonophore ermangelte also vollständig eines Nervensystems.

Unter den Diphyiden habe ich die Glocken von Praya und Lilyopsis einerseits und Ahyla und Galeolaria andererseits untersucht. CHUN hat in seiner jüngst erschienenen Schrift

(Ueber den Bau und die morphologische Auffassung der Siphonophoren) die beiden erstgenannten Formen als opposite, die letztgenannten als superposite Diphyiden bezeichnet, welche Nomenklatur mir sehr glücklich gewählt zu sein scheint (vergl. die Schlußbemerkungen). Sowohl opposite als superposite Diphyiden besitzen einen Randwulst, der indessen bei weitem nicht so hoch und so ausgedehnt ist, wie bei den Physophoriden. Ring- und Radialmuskelfasern sind unter dem Wulste überall deutlich zu sehen, während aber die Oppositen einen aus den Ringmuskelfasern aufsteigenden Faserstrang auf der Unterseite der Schwimmglocke besitzen, fehlt ein solcher den Superpositen. Es ist dies um so auffallender, als die letzteren eine viel mächtigere Ringfaserschicht besitzen als die Oppositen. Diese Ringfaserschicht hat bereits CHUN bei Ahyla gesehen und sie für einen exumbrellaren Nervenring angesprochen. Eine solche Auffassung liegt in der That sehr nahe, da die den Ringfasern angehörenden Zellen ganz wie an den Fasersträngen der Physophoriden spindelförmige Gestalt annehmen, und wir haben ja bereits oben gesehen, mit welchen Schwierigkeiten die Unterscheidung dieser Faserzellen von den bipolaren Ganglien verbunden ist. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß diese Ringfasern bei Ahyla muskulöser Natur sind und der Ringmuskelschicht der Physophoriden entsprechen. Sowohl bei Ahyla als auch bei Galeolaria konnte ich mit Sicherheit tripolare Ganglienzellen im Randwulste nachweisen, bei Praya und Lilyopsis ist mir dies dagegen trotz aller Mühe nicht gelungen. Doch zweifle ich nicht, daß auch diesen Formen ein exumbrellarer Randplexus zukommt, weil ich in ihrem oben erwähnten Faserstrang neben den Faserzellen auch hie und da eine Ganglienzelle erkennen zu können glaube. Von Randwulst und Faserstrang abgesehen, kommen auf der Exumbrella nirgends nervöse Elemente vor. Einen subumbrellaren Nervenring fand ich bei keiner der untersuchten Diphyiden vor, und da die histologischen Verhältnisse der Subumbrella sowohl bei Praya und Galeolaria als auch besonders bei Lilyopsis relativ leicht zu übersehen sind, so darf ich mit Sicherheit annehmen, daß den Diphyiden ein Nervenring fehlt. Bei letztgenannter Form müßte die Erkennung eines solchen leicht sein, da das Velum auf der Unterseite der Glocke fehlt und eine halbmondförmige Platte bildet, die ihre größte Breite in der Mitte der Oberseite hat. Die exumbrellaren Pigmentflecke dieser Siphonophore habe ich

bereits oben beschrieben und erwähne an dieser Stelle nur noch die eigentümlichen Drüsenzellen, die über dem Schirmrande von Lilyopsis zerstreut liegen. Es sind flaschenförmige, an ihrem Grunde blasig aufgetriebene Gebilde mit glasig durchsichtigem Inhalt, der an manchen Stellen aus der Oeffnung der Flasche heraustritt, wie wir dies bei Forskalia Edwardsii gesehen.

Es erübrigt nun noch auf die feineren histologischen Details der quergestreiften Muskulatur einzugehen. Da diese am schönsten bei den Diphyiden, den trefflichsten Schwimmern unter den Siphonophoren, entwickelt ist, haben wir ihre Besprechung bis dahin verschoben. Die stärkste Ausbildung zeigt diese Muskulatur bei Galeolaria, was bei der Größe der Schwimmglocken und der ganz erstaunlichen Schnelligkeit, mit der sie sich fortbewegt, nicht verwundern darf. Wir halten uns daher in unserer Beschreibung vorzüglich an diese Siphonophore. Camillo Schneider erblickt das Wesen der Querstreifung darin, daß in regelmäßigen Abständen dickere Stellen der Fasern mit dünneren abwechseln, so daß die ganze Faser die Gestalt einer Perlschnur besitzt. „Der Lichtkontrast, wie er sich aus der ungleichen Beleuchtung der verschiedenen Abschnitte ergiebt, läßt die Fasern und Bänder quergestreift erscheinen. Hebt man oder senkt man den Tubus, so sieht man die vorher dunklen Querlinien, die gleichmäßig über die ganze Muskulatur hinziehen, hell, und umgekehrt die erst helleren dunkel. Auch an der Breitseite der Bänder kommt die perlschnurartige Substanzverteilung zum Ausdruck, denn man sieht die Bänder entsprechend den Verdickungen deutlich ausgebuchtet.“ Ich bin bei meinen Untersuchungen zu völlig entgegengesetzten Resultaten gekommen als C. Schneider. Fig. 44 stellt eine Muskelfaser von Galeolaria bei stärkster Vergrößerung in der Seitenansicht dar, und man ersieht sofort, daß die Faser (oder das Band) sowohl im Bereiche der helleren als auch der dunkleren Streifen durchaus von derselben Dimension ist. Zweifellos ist die Angabe Schneider's richtig, daß mit veränderter Einstellung des Tubus eine Umkehrung des Lichtkontrastes des hellen und dunklen Streifens stattfindet, aber zugleich tritt auch eine Umkehrung des Dimensionsunterschiedes auf, d. h. ein und derselbe Streifen, der bei gewisser Einstellung dunkel und schmäler als die ihn begrenzenden Streifen erscheint, nimmt sich bei veränderter Einstellung heller und breiter als die umgebenden aus. Der Helligkeitsumschlag ist indessen, wie ich ausdrücklich betonen

muß, nur ein relativer, mit anderen Worten: Diejenigen Streifen, die bei einer Einstellung, die uns den Kontrast der Querbinden am schärfsten erkennen läßt, hell erscheinen, verändern bei veränderter Einstellung ihre Helligkeit nur wenig, erscheinen aber relativ dunkler den vorerst dunkel gewesenen Streifen gegenüber, die nunmehr hell lichtglänzend geworden sind. Diese Thatsache beweist evident, daß der Lichtkontrast der Streifen durch eine Verschiedenheit in der Substanz derselben bedingt ist. Der Helligkeitsumschlag erklärt sich leicht als einfache Beugungs- und Interferenzerscheinung, wie die nebenstehende Figur illustriert, in welcher *ll* die leuchtende Fläche — den Spiegel — *h* die hellen, *d* die dunkeln Stellen bezeichnen und *RH* und *T* die Verteilung von Helligkeit und Dunkelheit bei richtiger, hoher und tiefer Einstellung wiedergeben. In Uebereinstimmung mit dem Verhalten der quergestreiften Muskulatur bei höheren Tieren zeigen die dunkeln Streifen die Erscheinung der doppelten Lichtbrechung. Wie aus Fig. 44 ersichtlich ist, weisen die Muskelbänder eine feine, aber stets deutlich erkennbare Längsstreifung auf, die uns ihre Zusammensetzung aus einzelnen Fibrillen kundgiebt. Im Bereiche der Längsstreifen treten häufig Spalten auf, die zuweilen einen gebrochenen Verlauf zeigen, wie Figg. 44 u. 45 darstellen; es erklärt sich dies daraus, daß auch die anisotropen Stellen Prädilektionsorte für Brüche der Faser repräsentieren. Wie Schneider richtig angiebt, fehlt den Enden der Muskelfasern die Querstreifung, sie bestehen aus isotroper Substanz.

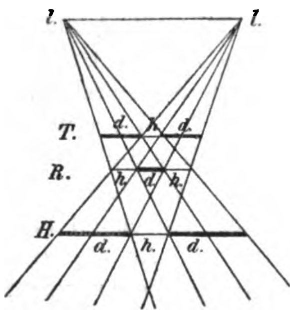


Fig. 11.

Die quergestreiften Muskelfasern der Diphyiden, besonders von Galeolaria, fallen gegenüber denjenigen der Physophoriden durch ihre Kürze und Höhe auf. Auf Querschnitten zeigen sie am oberen Rande eine Rinne, in welcher der Kern liegt. Die Epithelzellen zeigen hier noch das ursprüngliche Verhalten, indem eine jede nur mit einer Muskelfaser in Verbindung steht. An Macerationspräparaten ergiebt sich nun aber der interessante Befund, daß die basalen Teile der Epithelzellen durch feine und gröbere Anastomosen mit einander in Kommunikation stehen, so daß demnach auch hier, wenn auch nur indirekt, eine einzelne Zelle mehreren Fasern motorische Impulse zu geben vermag.

Figurenerklärung.

Tafel XXII.

Fig. 1. Querschnitt durch den Randwulst von Physophora. *Rw* Randwulst, *Exe* exumbrellares Epithel, *Sue* subumbrellares Epithel, *G* Gallerte, *Rk* Ringkanal, *V* Velum, *Dr* Drüsen des Randwulstes, *Nr* Nervenring.

Fig. 2. Randwulst von Physophora von der Fläche gesehen bei hoher Einstellung. *Nz* Nesselzellen, *Dz* Drüsenzellen, *Cf* Cirkulärfasern.

Fig. 3. Randwulst von Physophora von der Fläche gesehen bei tiefer Einstellung. *Rf* Radialfasern, *Cf* Cirkulärfasern, *Iz* Interstitielle Zellen, *Gz* Ganglienzellen.

Fig. 4. Die Seitenpartien des Randwulstes von Physophora von der Fläche gesehen. *Rf* Radialfasern, *Cf* Cirkulärfasern.

Fig. 5. Exumbrellare Peripherie des Randwulstes von Physophora. *Cf* Cirkulärfasern, *Gz* Ganglienzellen.

Fig. 6. Ursprungsstelle des Faserstranges der Unterseite von Forskalia contorta. *Cf* Cirkulärfasern, *Rf* Radialfasern, *Gz* Ganglienzellen, *Fst* Faserstrang, *Nr* Nervenring der Subumbrella.

Fig. 7. Exumbrellares Epithel des Velums von Physophora von der subumbrellaren Seite her gesehen. *Exe* exumbrellares Epithel, *Rf* Radialfasern des Velums, *Sue* subumbrellares Epithel, zum Teil weggepinselt, *Gz* Ganglienzellen.

Fig 8. Partie aus dem exumbrellaren Nervengeflecht. *Gz* Ganglienzellen, *Nz* Nesselzellen.

Tafel XXIII.

Fig. 9. Faserstrang der Unterseite der Schwimmglocken von Physophora. *Fst* Faserstrang, *Fz* Faserzellen, *Gz* Ganglienzellen.

Fig. 10. Faserstrang der Oberseite der Schwimmglocken von Physophora. *Fst* Faserstrang, *Gz* Ganglienzellen, *Fz* Faserzellen.

Fig. 11. Subumbrellarer Nervenring von Physophora. *Nr* Nervenring, *Sue* subumbrellares Epithel.

Fig. 12. Faserstrang der Oberseite der Schwimmglocken von Halistemma rubrum. *Gz* Ganglienzellen, *S. enT* RANVIER'sche Ganglien, *Fst* Faserstrang.

Tafel XXIV.

Fig. 14. Pigmentfleck *Pgk* von Forskalia Edwartsi von der Fläche gesehen. *Dz* Drüsenzellen, *Fst* Faserstrang der Oberseite.

Fig. 15—18. Isolierte Pigmentzellen. *Pg* Pigment, *N* Nische für den Kern, *V* Vakuolen, *Bf* basale Fortsätze.

Fig. 19. Drüsenzelle aus der unmittelbaren Umgebung des Pigmentfleckes, *Bf* Basalfortsatz.

Fig. 20. Pigmentzelle aus der Peripherie des Pigmentfleckes einer jugendlichen Schwimmglocke. *Pg* Pigmentablagerung.

Fig. 21 und 22. Drüsenzellen in weiterer Entfernung vom Pigmentfleck. *V* Vakuolen, *Bf* basale Fortsätze.

Fig. 23. Querschnitt durch den Randwulst der Oberseite der Schwimmglocke von Forskalia Leukarti. *G* Gallerte, *Sue* subumbrellares Epithel, *Rk* Ringkanal, *Exe* exumbrellares Epithel, *V* Velum, *Dz* Drüsenzellen.

Fig. 24. Querschnitt durch den Pigmentkörper von Forskalia Edwartti. *V* Velum, *Rk* Ringkanal, *Exe* exumbrellares Epithel, *Sue* subumbrellares Epithel, *G* Gallerte, *Pgk* Pigmentkörper.

Fig. 25. Abschnitt aus der Genitalschwimmglocke von Physophora. *Rk* Radialkanal, *Gz* Ganglienzellen.

Fig. 26. Ganglienplexus des Ektoderms der Pneumatophore von Physophora hydrostatica. *Gz* Ganglienzellen.

Tafel XXV.

Fig. 27—29. Nesselzellen des Nesselwulstes der Polypen von Physophora im Längsschnitt.

Fig. 30. Entoderm der Palponen von Physophora. *Enz* Indifferente Entodermzellen, *Dz* entodermale Drüsenzellen, *Iz* Interstitielle Zellen, *Gz* Ganglienzellen, *Dz'* Gerüstzellen.

Fig. 31. Querschnitt durch das Ektoderm der Palponen von Physophora. *Gz* Ganglienzellen.

Fig. 32. Querschnitt durch das Entoderm der Palponen von Physophora. *St* Stützlamelle, *Rs* Radialsepten, *Iz* Interstitielle Zelle des Ektoderms, *Dz'* Gerüstzelle, *Gz* Ganglienzelle.

Fig. 33. Entoderm der Palponen von Forskalia Edwartsii, *Gz* Ganglienzelle.

Fig. 34 u. 35. Ektoderm der Palponen von Forskalia Edwartsii, *Gz* Ganglienzellen, *Nz* Nesselzellen, *Dz* Drüsenzellen.

Fig. 36. Entoderm der Palponen von Halistemma rubrum. *Dz* Drüsenzelle, *Dz'* Gerüstzelle.

Tafel XXVI.

Fig. 37. Ektoderm der Palponen von Halistemma rubrum. *Gz* Ganglienzelle.

Fig. 38. Entoderm der Spitze der Palponen von Forskalia Edwartsii. *L* Löcher in der Stützlamelle, *Fl* Flimmerorgane der Entodermzellen.

Fig. 39. Ektoderm der Spitze der Palponen von Forskalia Edwartsii. *L* Löcher in der Stützlamelle, *Pg* Pigmentschollen. Die Ektodermzellen sind fast alle weggepinselt.

Fig. 40. Ektoderm der Palponen von Apolemia uvaria. *Nz* Nesselzelle, *Gz* Ganglienzelle.

Fig. 41. Entoderm der Palponen von Apolemia. *Dz* Drüsenzellen, *Bgz* bindegewebige Entodermzellen.

Fig. 42. Ektoderm der Oberseite der Stammblase von Physophora. *Nz* Nesselzellen, *Nf* Nervenfasern.

Fig. 44. Quergestreifte Muskelfasern von Diphyes quadricalcis.

Fig. 45. Dasselbe in Verbindung mit den Epithelzellen, *Dk* Deckplatte der Epithelzellen, *Mf* Muskelfasern.

Tafel XXVII.

Fig. 43. Faserstrang *Fst* aus dem Ektoderm des Involucrums der Nesselknöpfe von Physophora. *Dz* Drüsenzellen, *Fz* Faserzellen.

Fig. 46. Querschnitt durch die Subumbrella von Physophora. *Cpl* Cathammalplatte, *St* Stützlamelle, *Sue* subrumbrellares Epithel.

Fig. 47. Isolierte subumbrellare Epithelzelle von Physophora. *Dk* Deckplatte, *Expl* Exoplasma, *Endpl* Endoplasma, *Bf* Basalfortsätze.

Fig. 48. Glatte Muskelfasern *Mf* aus dem Palpon von Physophora von oben gesehen; ihr anliegend eine interstitielle Zelle *Iz*, *Pls* Plasmasaum.

Fig. 49. Glatte Muskelfaser *Mf* aus dem Palpon von Physophora von der Seite gesehen; ihr anliegend eine interstitielle Zelle *Iz*, *Mf'* Muskelfaser der interstitiellen Zelle.

Fig. 50. Interstitielle Zelle *Iz* in Zusammenhang mit ihrer Muskelfaser *Mf'*. Daneben ausgebildete Muskelfaser. Die Muskelfasern von oben gesehen.

Fig. 51. Endigungsweise der Nervenfasern am Basalfortsatz der Epithelzelle. Palpon der Physophora. *Bf* Basalfortsatz der Epithelmuskelzelle, *Mf* Muskelfaser, *Nf* Nervenfaser, *Ef* Endfaser, *Pls* Plasmasaum der Muskelfaser.

Fig. 52. Epithelmuskelzelle aus einem jungen Palpon von Physophora. *Mf* Muskelfaser, *Bf* Basalfortsätze, *V* Vakuole.

Fig. 53 u. 54. Epithelmuskelzellen mit netzförmigem Plasmagerüst, ihrer Funktion nach Drüsenzellen. *Bf* Basalfortsätze.

Fig. 55 u. 56. Ganglienzellen aus dem Ektoderm der Palponen und dem Ektoderm der Stammblase (Oberseite) von Physophora. *Pls* Plasmasaum, *Ef* Endfaser.

Fig. 57. Entodermzelle aus der Spitze vom Palpon von Forskalia Edwartsii. *Fl* Flimmerorgane.

Fig. 58. Anlage der Muskulatur in der Schwimmglocke der Physophoriden.

Tafel XXVIII.

Fig. 59—69. Ganglienzellen aus dem exumbrellaren Nervengeflechte von Physophora.

Fig. 70 u. 71. Ganglienzellen aus dem Plexus der Unterseite der Stammblase. *Pls* Plasmasaum, *Ef* Endfaser.

Fig. 72. Partie aus dem ektodermalen Nervengeflechte der Basalplatte der Palponen von Physophora.

Fig. 73—75. Bildungsweise der subumbrellaren Epithelzellen aus den interstitiellen Zellen der Subumbrella.

Die Verwitterungsprodukte des Magnesiaglimmers und der Zusammenhang zwischen chemischer Zusammensetzung und optischem Achsenwinkel der Glimmer.

Von

E. Zschimmer in Jena.

(Mitteilung aus dem Großherzogl. Sächs. mineralogischen Institut.)

Mit 17 Figuren im Text.

I. Die Verwitterungsprodukte des Magnesiaglimmers.

Einleitung.

Auf Anregung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. Linck, unternahm ich es, die Vorgänge bei der Verwitterung des Biotit in chemischer und physikalischer Richtung zu untersuchen und die Beschaffenheit der Zersetzungsprodukte festzustellen.

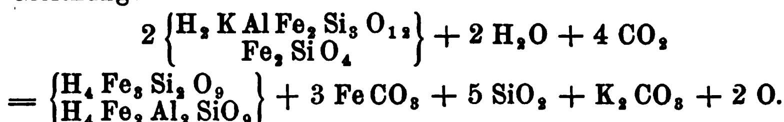
Bei der Verwitterung wird der Biotit gebleicht und geht in silberglänzende, gewöhnlich dem Muscovit verglichene Plättchen über, die Zirkel[1]), wie folgt, beschreibt:

„Bei der Umwandlung des Glimmers handelt es sich einerseits um eine bloße Bleichung, welche vorwiegend nur auf einer Auslaugung des Eisengehalts zu beruhen scheint, andererseits um eine Entstehung von Chlorit und begleitenden Substanzen. Im ersteren Falle geht das Braun von dem Rande aus in Grün über, welches dann allmählich durch ganz blasse Töne zu Silbergrau werden kann ...... Bei diesem Prozeß bleiben, wenigstens lange Zeit hindurch, die optischen Eigenschaften erhalten, nur der Pleochroïsmus erleidet natürlich eine merkliche Abschwächung .... Ein solcher sekundär gebleichter Biotit darf selbstverständlich nicht mit Muscovit verwechselt werden.“

Rosenbusch[2]) charakterisiert den Verlauf und das Endresultat der Umwandlung in folgender Weise: „Die Verwitterung

1) Lehrbuch der Petrographie, Leipzig 1893, Bd. I, S. 335.
2) Elemente der Gesteinlehre, Stuttgart 1898, S. 72 und 465.

nimmt dem Lepidomelan den fast metallischen Glanz auf der Spaltfläche und die elastische Biegsamkeit und führt ihn über in weichen grünen Chlorit von grünlich-grauem Strich, oft unter gleichzeitiger Bildung von Karbonaten und Pistazit. Geht man von einer Normalformel des Lepidomelan aus, so wäre dieser Verwitterungsvorgang schematisch etwa darzustellen durch die Gleichung:



$$2\left\{\begin{matrix} H_2\,K\,Al\,Fe_2\,Si_3\,O_{12} \\ Fe_2\,Si\,O_4 \end{matrix}\right\} + 2\,H_2O + 4\,CO_2$$

$$= \left\{\begin{matrix} H_4\,Fe_3\,Si_2\,O_9 \\ H_4\,Fe_2\,Al_2\,SiO_9 \end{matrix}\right\} + 3\,FeCO_3 + 5\,SiO_2 + K_2CO_3 + 2\,O.$$

Sofort mit beginnender Verwitterung scheidet sich Eisenoxydhydrat in großer Menge aus und überzieht und durchdringt alle Gemengteile des Gesteins ..... Der Biotit selbst behält seine Gestalt, wird aber mehr oder weniger vollständig gebleicht und muscovitähnlich oder talkähnlich. Die Verwechselung mit Talk ist um so leichter, als das Mineral sich wie dieser fettig anfühlt."

Eine ebenfalls recht typische Schilderung des Bleichungsprozesses will ich nicht verfehlen hier noch wiederzugeben. Bei der Beschreibung des „Brander Gneißes" erwähnt A. Sauer [1]) folgendes über die Verwitterungserscheinungen:

„Die großen Differenzen der Glimmeranalysen insbesondere in der Menge des Eisenoxyduls dürften es erklären, daß diese Biotite in verschiedenen Teilen des Gebietes sich überaus verschieden gegen die Verwitterung verhalten, bald auffällig schnell ausbleichen, bald in bereits zersetztem Gneißgrus ihre rabenschwarze Färbung bewahren .... Meist nimmt der Biotit bei eintretender Verwitterung eine grünliche Färbung an, unter gleichzeitiger Ausscheidung von Rutil, ... zuletzt nimmt er eine silberglänzende Farbe an und ist dann kaum von ursprünglichem Muscovit zu unterscheiden."

Die Angaben über die Verwitterung des Glimmers scheinen demnach nach zwei Richtungen hin auseinanderzugehen, indem nämlich die einen von Chloritisierung, die anderen von Bleichung reden, ohne daß diese Vorgänge je einer genaueren Untersuchung unterworfen worden wären.

Diese Untersuchung ist es nun, welche ich im folgenden durchzuführen suche.

---

1) Erläuterungen zur geologischen Specialkarte von Sachsen, Sekt. Brand, S. 6.

Physikalische Untersuchung.

Das Material zu nachfolgenden Untersuchungen bildet der Biotit des Granitits vom Schneidemüllerskopf bei Ilmenau im Thüringer Wald. In dem dicht an der Straße von Manebach nach Stützerbach gelegenen Steinbruche war sowohl frisches als in der Verwitterung begriffenes Material leicht zu sammeln.

Das frische Gestein ist ziemlich grobkörnig. Rabenschwarzer Biotit und fleischroter Orthoklas neben grauem Plagioklas treten gegenüber dem spärlicher vorhandenen Quarz als Hauptgemengteile hervor. Die Dicke der Glimmerkrystalle beträgt meist 3 mm bei einem Durchmesser von 2—3 mm. Sie lassen sich leicht aus dem Gestein isolieren und sind ziemlich spröde.

Durch die Verwitterung wird das Gestein aufgelockert und zerbröckelt vollkommen zu gröberem und feinstem Grus. Dabei nimmt der Biotit eine rotbraune oder tombakbraune Färbung an; letztere behält er auch noch im feinsten Grus, sofern derselbe am Gehänge und besonders an feuchten, vor Wärme und direktem Sonnenlicht geschützten Stellen lagert. Die vollständig gebleichten, messinggelb oder silberweiß erscheinenden Glimmerplättchen finden sich nur in der bröckeligen Kruste von losen der Sonnenhitze ausgesetzten Granitblöcken.

Die mikroskopische Untersuchung von 3 Schliffen verschieden zersetzten Gesteins zeigt, daß primärer Muscovit vollkommen fehlt.

Die Biotitkrystalle des frischen Granits sind nach der Basis gut begrenzt. Sie schließen reichliche Mengen Magneteisen ein; daneben blutrote Eisenglanzplättchen auf den Spaltrissen und nur sehr vereinzelt auch Rutilnadeln. Der Pleochroïsmus in Schnitten senkrecht zu oP $\{001\}$ ist sehr stark: parallel zur Spaltungsfläche dunkelgrün, senkrecht dazu gelblich-braun.

Mit fortschreitender Zersetzung häufen sich die Rutilnadeln. Der Eisenglanz erscheint in einzelnen Fetzen, mit Magneteisen verwachsen, auf den Spaltrissen. Zuweilen tritt als Neubildungsprodukt ein chloritähnliches Mineral auf. Der Pleochroïsmus in Schnitten senkrecht zur Basis wird dunkelbraun parallel zur Spaltrichtung — gelbbraun normal zur Spaltrichtung.

In noch stärker verwittertem Gestein ist der Glimmer aufgeblättert und stark verbogen. Der lebhafte Pleochroïsmus verschwindet; die senkrecht zu oP $\{001\}$ schwingenden Strahlen sind farblos-gelblich, die parallel zur Basis schwingenden Strahlen

hellbraun. Dickere und dünnere Rutilnadeln treten in großer Menge auf. Ebenso sind kleine Magneteisenpartikel unregelmäßig (staubartig) in den Krystallen verteilt. Neben Flocken und Wolken von Eisenoxydhydrat sind selten noch Reste von Eisenglanz zu beobachten. Oefter finden sich stark pleochroïtische chloritische Produkte in paralleler Verwachsung mit den Glimmerlamellen.

Die Analyse des frischen Gesteins ergab folgende Resultate

	Prozente	Molek.-Prop.
SiO_2	62,408	10350
Al_2O_3	16,791	1646
Fe_2O_3	4,540	284
MgO	2,440	606
CaO	5,388	964
FeO	0,259	36
K_2O	2,643	281
Na_2O	3,732	602
H_2O	0,796	442
CO_2	1,566	355
	100,536	

Der vorliegende Granitit vom Schneidemüllerskopf stimmt mit dem von H. R. Müller[1]) untersuchten Granit vom Langebachsgrund (NO und O vom Schneidemüllerskopf) überein.

Müller hat den frischen Biotit bereits näher untersucht und giebt folgende Beschreibung desselben[2]):

„Der Glimmer besitzt eine Härte von 2,5 und eine Dichte von 3,01. Nach dem Erhitzen nimmt er eine messinggelbe Farbe an, und man bemerkt an ihm sowohl vor- wie nachher schwachen Magnetismus; vor dem Lötrohr schmilzt er an den Kanten zu einem schwarzen Glase. Das Glühlicht ist gelbrot und nach Auslöschung der gelben Flamme schwach violett. Das höchst fein zerriebene Pulver reagiert schwach alkalisch, und es konnten in der wäßrigen Lösung mittels eines größeren Spektroskops Kalium, Natrium sowie Lithium nachgewiesen werden. Außer den bei der quantitativen Zusammensetzung angegebenen Bestandteilen wurden noch Spuren von Titansäure, Phosphorsäure und Mangan gefunden, die jedoch vielmehr von Einschlüssen im Glimmer herrühren, als daß sie dem Glimmer selbst angehörten.'

1) „Die Granite des Langebachsgrundes bei Ilmenau." Diss. Jena 1882.

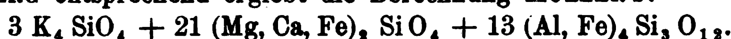
2) l. c. S. 20.

Die Analyse des Biotits ergab nach MÜLLER folgende Zusammensetzung:

	Prozente	Molek.-Prop.
SiO_2	38,79	63 445
Fe_2O_3	23,45	14 674
Al_2O_3	8,25	8 088
FeO	10,68	14 854
CaO	0,88	1 574
MgO	8,50	21 092
K_2O	4,92	4 254
H_2O	4,10	22 778
	99,57	

Aus dieser Analyse[1]) versucht MÜLLER eine Formel zu berechnen und kommt dabei zu folgendem Resultat:

„Was die Stellung dieses Glimmers anbelangt, so ist wegen des hohen Gehaltes an Magnesia Grund genug vorhanden, ihn als Magnesiaglimmer anzusehen, er könnte indessen aber auch wegen des daneben reichlich auftretenden Eisenoxyduls als ein Uebergang zu den Eisenglimmern betrachtet werden. Nach den von TSCHERMAK aufgestellten Formeln ließ sich vorliegender Glimmer nicht berechnen.“ Einer analogen Formel von RAMMELSBERG entsprechend ergiebt die Berechnung MÜLLER's:



$$3\,K_4SiO_4 + 21\,(Mg, Ca, Fe)_2SiO_4 + 13\,(Al, Fe)_4Si_3O_{12}.$$

Es bedarf wohl kaum der Bemerkung, daß obige Analyse keine Glimmeranalyse, sondern die eines Gemenges von Glimmer und Einschlüssen im wesentlichen oxydischer Eisenerze darstellt und somit nicht ohne weiteres als Grundlage für die Berechnung einer Formel dienen kann. Wir sehen daher zunächst von der näheren Diskussion ab und kommen erst später darauf zurück.

Bei der Untersuchung der Umwandlungsvorgänge in den Glimmern ging ich von der Annahme aus, daß die Glimmerplättchen von gleichem specifischen Gewicht auch physikalisch und chemisch nahezu gleiche Umwandlungsstadien darstellen. Es erschien daher am einfachsten, zur Untersuchung der Aenderung der physikalischen Konstanten sowie der chemischen Zusammensetzung die Gesamtmasse des frischen und zersetzten Biotits nach dem specifischen Gewicht in einzelne Portionen innerhalb möglichst enger Grenzen zu trennen, um geeignetes Material für die Untersuchung zu erlangen.

---

1) l. c. S. 21.

Fernerhin erschien es geboten, um möglichst homogenes Material zu bekommen, den Glimmer möglichst zu zerkleinern und andererseits zur genaueren optischen Untersuchung recht große Spaltplättchen von kontinuierlich abnehmendem specifischen Gewicht herzustellen.

Zur Gewinnung größerer Mengen reinen Glimmers ist der Umstand von Vorteil, daß Glimmer in trockenem Zustande nur sehr schwer zu feinem Pulver verrieben werden kann. Es bewährte sich daher folgendes Trennungsverfahren am besten: Das bis auf Graupenkorngröße zerkleinerte Gestein wurde mit THOULET'scher Lösung in zwei Portionen getrennt, von denen die eine aus glimmerreichem Material bestand. Dieses wurde feiner zerstoßen und nochmals getrennt. Das damit gewonnene, stark glimmerhaltige Produkt wurde in einer flachen, fast ebenen, großen Reibschale mit breitem Pistill so weit verrieben, bis bei häufigem Absieben alle Partikel durch ein Sieb von 0,37 mm Maschenweite gingen.

Danach war Glimmer von Feldspat oder Quarz getrennt und bis auf ihn fast alles zu feinem Pulver zerrieben. Durch Abschlemmen und nachherige Trennung mit THOULET'scher Lösung erhält man den reinen Glimmer, gemengt mit Magneteisen, welches durch Ueberrollen über Glanzpapier und Ausziehen mit dem Magneten leicht entfernt wird.

Aus 3 kg Granit wurden auf diese Weise 250 g reinen Glimmers gewonnen.

Die physikalische Untersuchung erstreckte sich auf die Bestimmung folgender Konstanten:

Specifisches Gewicht, Brechungsindices, Absorption, Lage der optischen Achsenebene, optischer Achsenwinkel, Dispersion der optischen Achsen.

Das specifische Gewicht wurde in THOULET'scher, zum Teil auch in KLEIN'scher Lösung, mit der WESTPHAL'schen Wage bestimmt.

Die Dispersion der optischen Achsen ließ sich am besten bei gewöhnlichem Gaslicht im Mikroskop bei starker Vergrößerung beobachten.

Zur Bestimmung der Brechungsindices bietet sich als die bequemste und zugleich für Glimmer genaueste Methode die Messung der Grenzwinkel der totalen Reflexion. Hierbei ist es von vornherein ausgeschlossen, von stark absorbierten Strahlen die Grenzwinkel zu messen, da bei diesen eine allmähliche

Abnahme der Lichtintensität des reflektierten Strahlenkegels die Beobachtung der Grenzkurven unmöglich macht. Es bleibt die Messung der Brechungsindices daher auf die schwächer absorbierten Strahlen beschränkt.

Von den zur Messung dienenden Instrumenten stand mir ein Krystallrefraktometer neuester Konstruktion nach ABBE-PULFRICH zur Verfügung, dessen Anwendbarkeit noch möglich ist bei Flächen von etwa 1 qmm Größe, sofern sie gut plan sind[1]). Es kam daher in erster Linie darauf an, Präparate mit möglichst planen Flächen und von entsprechender Größe zu erhalten. Wie schon die mikroskopische Untersuchung der Krystalle im Gesteinsdünnschliff vermuten läßt, ist dies aber mit großen Schwierigkeiten verknüpft. Die direkte Benutzung von Spaltplättchen ist ausgeschlossen, da die Krystalle in der Basis wellenförmig gekrümmt sind. Schleifen und Polieren mit Smirgel und Wasser oder auch nur mit Wasser auf der Glasplatte führt eher zur Zerstörung der Krystalle als zur Erzeugung planer Flächen — infolge der hervorstehenden Feldspat- und Quarz- etc.-Einschlüsse. Nur durch sehr vorsichtiges trockenes Schleifen auf einer matten, ebenen Glasplatte und leichtes Polieren auf Leder mit Pariser Rot gelangte ich nach oft wiederholten Versuchen zum Ziel (von etwa 60 Plättchen gelang es, 7 brauchbare Präparate herzustellen).

Aus dem Grenzwinkel i der totalen Reflexion und dem Brechungsexponenten N der Halbkugel des ABBE-PULFRICH'schen Krystallrefraktometers berechnet sich der Brechungsexponent n der untersuchten Platte nach der Formel:

$$n = N \sin i$$ [2]).

Zur Bestimmung der Hauptbrechungsindices doppelbrechender Krystalle stellte man nach dem bisher üblichen Verfahren auf die Umkehrlagen der Grenzkurven ein und erhielt somit an allen Krystallflächen die Hauptbrechungsindices, bei zweiachsigen im allgemeinen noch einen zweiten mittleren Wert neben α, β, γ.

Durch dieses Verfahren erscheint aber die Möglichkeit der Anwendung des Krystallrefraktometers in doppelter Hinsicht beschränkt.

Einmal ist es, beiläufig bemerkt, nur möglich, Brechungs-

---

1) Vergl. EPPLER, GROTH's Zeitschr., Bd. XXX, S. 122, 1898.

2) CZAPSKI, „Krystallrefraktometer nach ABBE." Zeitschr. für Instrumentenkunde, 1890, S. 250.

indices zu messen, die kleiner sind als diejenigen der zwischen Krystallfläche und Halbkugel befindlichen Flüssigkeiten. Daher wird die oberste Umkehrlage einer Grenzkurve oft nicht mehr zu beobachten sein, da sie über der Grenzkurve der Grenzflüssigkeit liegt. Aber zwischen dieser oberen Umkehrlage und der tiefsten ist meist noch ein gutes Stück der Grenzkurve zu messen.

Ferner sind die Umkehrlagen bei weniger guten und besonders bei kleinen Platten schwer aufzufinden und genau einzustellen, während es bei weitem weniger Schwierigkeiten macht, eine beliebige Stelle der Grenzkurve scharf einzustellen, da man nur das Fernrohr und die Blende zu bewegen hat.

Beide Umstände, insbesondere aber der letztere, legten den Versuch nahe, aus Messungen von Grenzwinkeln zwischen den Umkehrlagen die Hauptbrechungsindices zu berechnen. Inwiefern dies möglich ist, erkennen wir am besten aus der Betrachtung der Beziehungen zwischen den gemessenen Grenzwinkeln der totalen Reflexion und den gesuchten Brechungsindices [1]).

Da bei Krystallen die Wellenfront im allgemeinen nicht senkrecht zum Strahl steht, so ist zwischen Strahl und Wellennormale, zwischen Strahlengeschwindigkeit und Normalengeschwindigkeit, insbesondere bei den Erscheinungen der totalen Reflexion wohl zu unterscheiden.

Die Normalengeschwindigkeit ist es, welche wir aus dem reciproken Wert $\frac{1}{n}$ des Brechungsexponenten erhalten, und nur dann, wenn Strahl und Normale zusammenfallen, ist $\frac{1}{n}$ zugleich die Strahlengeschwindigkeit.

Die Normalengeschwindigkeit ist es daher auch, welche wir durch die Messung der Grenzwinkel nach der Formel

$$n = N \sin i$$

als reciproken Wert von n bekommen.

Aber diese Normale, deren Geschwindigkeit wir durch den Grenzwinkel der totalen Reflexion messen, fällt (im allgemeinen) nicht in die untersuchte Krystallfläche [2])!

---

1) Vergl. Liebisch, Phys. Krystallographie, 1. Aufl. 1891, S. 415 ff., und Liebisch, Neues Jahrb., 1885, Bd. II, S. 181 ff.

2) Vergl. Liebisch, Neues Jahrb. f. Min. etc., 1885, S. 181 ff.

Ebensowenig fällt auch der Radius der Indexfläche[1]), welchen wir direkt messen, in die Grenzebene: die gemessenen Werte von n haben also für die Richtungen in der untersuchten Platte gar keine direkte Bedeutung — ausgenommen zwei Werte einer Grenzkurve, nämlich die Umkehrlagen. Die Werte n = N sin i in den Umkehrlagen geben die Normalengeschwindigkeiten in der Durchschnittrichtung von Platte und Einfallsebene: Strahl und Normale fallen beim Maximum und Minimum des Grenzwinkels zusammen und liegen beide in der Grenzebene.

Daraus folgt aber, daß an beliebigen Krystallflächen die Messung auf die direkte Beobachtung der Grenzwinkel in den Umkehrlagen beschränkt bleiben muß, denn alle gemessenen Zwischenwerte würden für die zu untersuchende Fläche selbst keine Bedeutung, jedenfalls zur Berechnung keine praktische Bedeutung haben.

Sobald aber die Grenzebene der totalen Reflexion eine Symmetrieebene der Indexfläche wird, dann tritt der specielle Fall ein, daß alle Wellennormalen, deren Geschwindigkeiten durch die Werte n = N sin i bestimmt sind, in der Krystallfläche selbst liegen und mit den Radien der Indexfläche in der Grenzebene zusammenfallen.

Da die Schnittkurven in den Symmetrieebenen der Indexfläche aber Ellipsen sind, so folgt, daß die an optischen Symmetrieebenen gemessenen Werte, n = N sin i, sich wie Radien einer Ellipse verhalten, deren Achsen je zwei Hauptbrechungsindices sind.

Messen wir also auf optischen Symmetrieebenen beliebige Radien der Schnittellipsen der Indexfläche, so müssen sich daraus die Hauptbrechungsindices, d. h. die Achsen der Ellipse, berechnen lassen.

Um die Berechnung jedoch möglichst zu vereinfachen, messen wir drei beliebige, aber je um 45° voneinander entfernt liegende Grenzwinkel. Die gemessenen Werte der Brechungsindices seien N_0, N_1, N_2, die gesuchten Hauptbrechungsindices A, B. Setzt man dann:

$$\frac{1}{N_0^2} = n_0; \ \frac{1}{N_1^2} = n_1; \ \frac{1}{N_2^2} = n_2; \text{ und } \frac{1}{A^2} = a; \ \frac{1}{B^2} = b,$$

so folgt:

$$\left.\begin{matrix} a \\ b \end{matrix}\right\} = \frac{1}{2}\left\{ n_0 + n_2 \pm \sqrt{(n_0 + n_2 - 2n_1)^2 + (n_0 + n_2)^2} \right\}$$

1) d. h. der Fläche, deren Radien die Brechungsindices direkt angeben.

Da diese Formel meines Wissens nicht bekannt ist, so gebe ich nachstehend die Ableitung derselben an.

Die Mittelpunktsgleichung der Ellipse in rechtwinkligen Koordinaten ist, wenn A zur X-Achse, B zur Y-Achse gewählt wird,

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} = ax^2 + by^2 = 1,$$

unter Beibehaltung der oben eingeführten Bezeichnung.

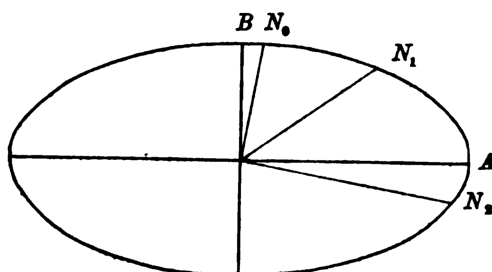


Fig. 1. Zur Berechnung der Formel für die Hauptbrechungsindices.

Sind die Winkel:

$$N_0 : B = \varphi_0 ;\ N_1 : B = \varphi_1 ;\ N_2 : B = \varphi_2 \text{ (Fig. 1)},$$

so lautet die Ellipsengleichung für den Endpunkt von N_0:

$$\sin^2 \varphi_0 = \frac{n_0 - b}{a - b}; \text{ (I)}$$

ebenso für N_2:

$$\sin^2 \varphi_2 = \frac{n_2 - b}{a - b} = \cos^2 \varphi_0, \text{ (II)}$$

da $\varphi_2 - \varphi_0 = 90^\circ$.

Endlich für den Punkt N_1 ist die Ellipsengleichung:

$$\sin^2 \varphi_1 = \frac{n_1 - b}{a - b} = \sin^2 (\varphi_0 + 45^\circ),$$

oder weiter entwickelt:

$$\sin \varphi_0 \cos \varphi_0 = \frac{n_1 - b - \frac{1}{2}(a - b)}{a - b} \text{ (III)}$$

Aus (I) + (II) folgt:

$$a - b = n_0 + n_2 - 2b \text{ (IV)}$$

Aus (I) $\times$ (II) = (III)^2 folgt:

$$b = \frac{n_0 + n_2}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{(n_0 + n_2 - 2n_1)^2 + (n_0 - n_2)^2} \text{ (V)}.$$

Beide Gleichungen (IV) und (V) führen aber zu der oben gegebenen Formel.

Nach dieser Formel, deren Ausrechnung übrigens weit komplizierter erscheint, als sie ist, erhält man demnach aus einem beliebigen Grenzwinkel und zwei davon um 45° bezw. 90° entfernt liegenden Werten die Hauptbrechungsindices. Inwieweit die berechneten Werte mit den direkt gemessenen Hauptwerten übereinstimmen, soll zunächst an einer Quarzplatte parallel zur optischen Achse und einer Barytplatte parallel einer Symmetrieebene — o P{001} — untersucht werden.

Die Resultate der Messungen, sowie die Angabe der gemessenen und berechneten Brechungsindices sind im folgenden zusammengestellt. Alle Messungen gelten für Na-Licht.

Quarz ∥ ∞ R {10 $\bar{1}$ 0}

I. Gemessene Brechungsindices.

Azimut	Grenzwinkel der totalen Reflexion	Brechungsindices
0°	55° 13½′	1,5527 = ε
90°	54° 45½′	1,5439 = ω
30°	55° 5′	1,5501 = N_0
75°	54° 47′	1,5444 = N_1
120°	54° 52′	1,5460 = N_2
60°	54° 51½′	1,5458 = N_3
105°	54° 46½′	1,5442 = N_4
150°	55° 6½′	1,5505 = N_5

II. ω berechnet.

	berechnet	gemessen	Differenz
Aus N_0 N_1 N_2	1,5437	1,5439	— 0,0002
Aus N_3 N_4 N_5	1,5436	1,5439	— 0,0003

III. ε berechnet.

	berechnet	gemessen	Differenz
Aus N_0 N_1 N_2	1,5522	1,5527	— 0,0005
Aus N_3 N_4 N_5	1,5527	1,5527	± 0

Baryt ∥ o P {001}.

I. Gemessene Brechungsindices.

Azimut	Grenzwinkel der totalen Reflexion	Brechungsindices
0°	60° 42′	1,6485 = γ
90°	60° 2′	1,6377 = β
30°	60° 29′	1,6450 = N_0
75°	60° 3½′	1,6381 = N_1
120°	60° 13′	1,6407 = N_2
60°	60° 10½′	1,6400 = N_3
105°	60° 5′	1,6385 = N_4
150°	60° 32′	1,6458 = N_5

II. β berechnet.

	berechnet	gemessen	Differenz
Aus N_0 N_1 N_2	1,6376	1,6377	— 0,0001
Aus N_3 N_4 N_5	1,6377	1,6377	± 0

III. γ berechnet.

	berechnet	gemessen	Differenz
Aus N_0 N_1 N_2	1,6481	1,6485	— 0,0004
Aus N_3 N_4 N_5	1,6482	1,6485	— 0,0003

Um die Fehlergrenzen des Instruments zu erkennen, vergleicht man am besten die Messungen am Quarz mit den sehr genau bekannten Brechungsindices[1], wie sie von Rudberg bestimmt sind:

	Rudberg	Zschimmer	Differenz
ω	1,5442	1,5439	— 0,0003
ε	1,5533	1,5527	— 0,0006

Da beim Baryt der optische Achsenwinkel sehr schwankend und damit auch die Brechungsindices nicht konstant sind, so kann eine Vergleichung der letzteren nur beiläufig von Wert sein. Nachstehend sind meine Werte mit den von Heusser[2]) gemessenen zusammengestellt:

	Heusser	Zschimmer	Differenz
β	1,6375	1,6377	+ 0,0002
γ	1,6480	1,6485	+ 0,0005

Man ersieht also aus der Vergleichung der Differenzen, daß die direkt gemessenen Werte ebenso genau sind (auf 3 Decimalen), wie die berechneten Hauptbrechungsindices — vorausgesetzt natürlich genaue Orientierung der Grenzebene. Letztere Bedingung war beim Baryt gut erfüllt; es betrug die Neigung der angeschliffenen Basis zur natürlichen Spaltfläche des Prismas:

$$(001) : (110) = 89^{0}\,50'.$$

Beim Quarz ergab die Betrachtung des optischen Mittelbildes ebenfalls genaue Orientierung der angeschliffenen optischen Symmetrieebene.

Zur Messung des optischen Achsenwinkels war ich genötigt eine mikroskopische Methode zu wählen, da die Plättchen nur 0,3—1 mm Durchmesser haben.

Bezeichnet nun d den halben Abstand der Achsenpole in beliebigem Maß, Ea den halben scheinbaren Achsenwinkel in Luft und k eine von der Beschaffenheit des Linsensystems abhängige Konstante — „Mallard'sche Konstante" — so gilt, wie zuerst von Abbe[3]) nachgewiesen und weiterhin von Mallard[4]) für den hier speciell vorliegenden Zweck gezeigt wurde, die Beziehung:

$$\sin Ea = k \,.\, d.$$

1) Groth, Phys. Krystallographie, 3. Aufl., 1894, S. 456.

2) Ebenda, S. 297.

3) „On the estimation of aperture in the microscope". Journal of the Royal microscop. Society, 9th March 1881, p. 395. — „Ueber die Bedingungen des Aplanismus der Linsensysteme". Carl's Rep. d. Exp.-Phys., Bd. XVI, 1881, S. 303.

4) Bull. Soc. minér., T. V, 1882, p. 77.

Um das Achsenbild zu erzeugen, benutzte ich ein starkes Objektiv (Brennw. 1,86 mm; num. Apertur 0,74) nebst entsprechendem Kondensor (num. Apertur 1,4) und ein für mikroskopische Achsenwinkelmessungen von Herrn Dr. S. Czapski [1]) neu konstruiertes Okular, über dessen Konstruktion ich Herrn Dr. Czapski nachfolgende Mitteilung verdanke: „Der Apparat ist eine Art Achsenbilder-Okular (Fig. 2). Er besteht aus einem in den Tubus des Mikroskops einsetzbaren — und gegen Drehungen in der üblichen Weise durch ein in den oberen Tubusrand eingreifendes Stiftchen gesicherten — etwa 9 cm langen Rohr, das an seinem unteren Ende eine in Hülse verschiebbare Amici-Bertrand'sche Linse, darüber in der festen Hülse einen Analysator *A* und über diesem wiederum eine kleine Irisblende *I* enthält. Letztere ist mittels des oben aus dem Tubus herausragenden Knöpfchens *k* zu manipulieren. (Die Bewegung des Knöpfchens wird auf den Mechanismus der Iris durch ein in das Hauptrohr eingestecktes Hilfsrohr übertragen)."

„In eine tellerförmige Ausdehnung *T* am oberen Ende des Rohres läßt sich die Meßvorrichtung nebst Okular einstecken und darin mit mäßiger Reibung drehen, so daß die Messungen in jedem Azimut ausgeführt werden können."

„Die Meßvorrichtung ist ein dem vorliegenden Zweck entsprechend vereinfachtes Okularschraubenmikrometer. In einem parallelepipedischen Kasten *K* ist ein Faden mittels Zahn und Trieb (Knopf *K*, Fig. $2,_1$) beweglich. Seine Lage wird an einer mit Nonius versehenen Teilung *M* auf 0,05 mm genau abgelesen. Diese Ablesung von außen hat sich als merklich vorteilhafter erwiesen als die unmittelbare Ablesung an einer im Gesichtsfeld des Okulars angebrachten Mikrometerskala, wie sie anfänglich angewendet wurde."

„In den Kasten *K* ist von oben eine Schiebehülse *S* eingesetzt, die in ihrem oberen Teil von einem kurzen weiteren Rohr *R* umgeben ist. In erstere wird das — beiläufig ziemlich starke — Okular *O* (Fig. $2,_1$) eingesetzt und behufs Einstellung auf den Meßfaden verschoben. Das kurze weitere Rohr *R* giebt

---

1) Herrn Dr. Czapski gestatte ich mir an dieser Stelle für die in zuvorkommendster Weise gewährte Unterstützung verbindlichsten Dank auszusprechen.

einer nach Entfernung des Okulars dort aufzusetzenden Lupe *L* Halt" (Fig. 2,$_2$).

„Diese Lupe, nach dem Typus der BRÜCKE'schen, mit positiver Vorder- und negativer Augenlinse, hat einen so großen

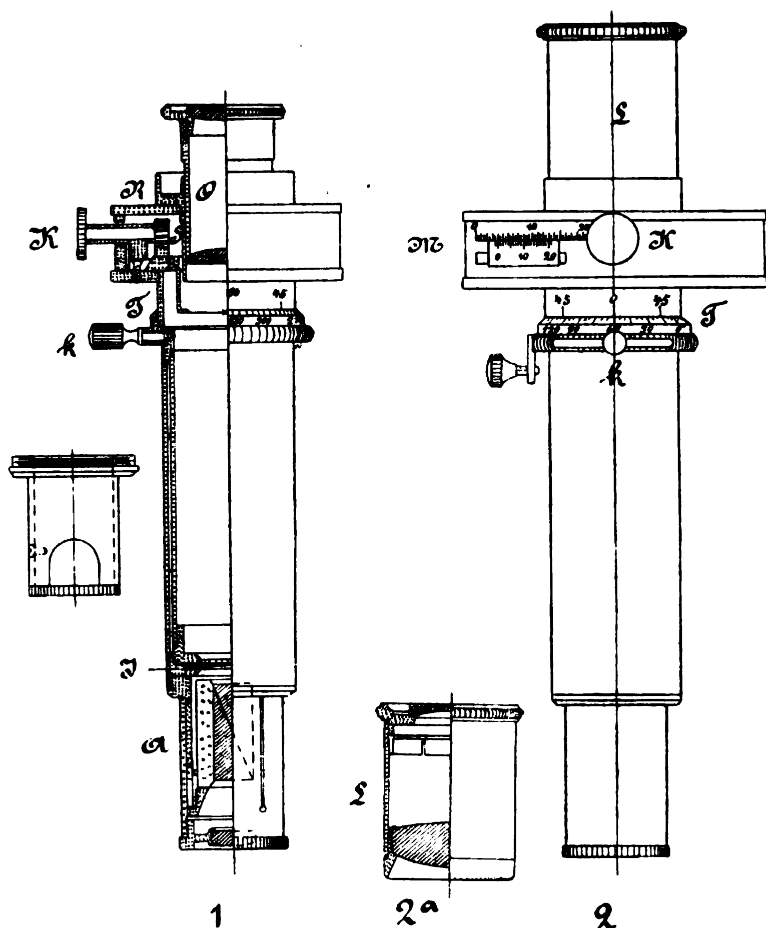


Fig. 2. Achsenbilderokular nach CZAPSKI.

Fokalabstand, daß sie, an der angegebenen Stelle aufgesetzt, ein deutliches Bild der Iris *I* und des in ihr enthaltenen Krystallbildes giebt."

„Eine nähere Erläuterung des Zwecks dieser Einrichtung und der Vorzüge, die sie nach meiner Ansicht vor der von

F. Becke vorgeschlagenen Meßvorrichtung darbietet, gebe ich in einem der nächsten Hefte der Zeitschrift für Krystallographie. Czapski."

Die Mallard'sche Konstante

$$k = \frac{\sin Ea}{d}$$

wurde durch Messung von 2 Ea im Achsenwinkelapparat und d im Mikroskop an 5 Platten bestimmt. Es ergab sich dabei für Na-Licht folgendes Resultat:

Substanz	Ea	d in mm	k
Kalisalpeter	3° 47'	0,125	0,5279
Sanidin (Eifel)	13° 0'	0,463	0,4859
Aragonit	15° 24'	0,500	0,5311
Borax	29° 22'	0,925	0,5302
Bittersalz	39° 5'	1,213	0,5197

Daraus erhält man im Mittel:

$$k = 0{,}519.$$

Berechnet man damit die Achsenwinkel zurück, so folgt:

d	2 Ea berechnet	2 Ea gemessen	Differenz
0,125	7° 26'	7° 34'	— 0° 48'
0,463	27° 48'	26° 0'	+ 1° 48'
0,500	30° 4'	30° 48'	— 0° 44'
0,925	57° 22'	58° 44'	— 1° 22'
1,213	78° 2'	78° 10'	— 0° 8'

Bei unscharfen Achsenbildern kann die Abweichung demnach bis gegen 2° betragen und dürfte somit nicht viel größer sein, als bei direkten Messungen im Achsenwinkelapparat.

Unter Anwendung der S. 556 ff. beschriebenen Methoden habe ich an 13 Spaltplättchen die nachfolgend zusammengestellten Resultate erhalten.

Bezüglich der Bestimmung der Brechungsindices möchte ich nur bemerken, daß bei der geringen Abweichung der ersten Bisectrix von der Normalen auf o P des Glimmers bei Messung der Grenzwinkel auf dieser Fläche die Genauigkeit der oben beschriebenen Beobachtungsmethode keine Beschränkung erfährt.

Die Beobachtungen der Lage der optischen Achsenebene wurden unter Zuhilfenahme von Schlagfiguren sorgfältigst wiederholt und nachgeprüft.

Spezif. Gewicht D	Brechungsindices (Na-Licht) α	β	γ	Scheinbarer optischer Achsenwinkel in Luft (Na-Licht) 2 Ea	Lage der optischen Achsenebene	Farbe im durchfallenden Licht	Farbe im reflektierten Licht	Einschlüsse
3,068	1,590	absorbiert		?	?	dunkelgrün	pechschwarz	Eisenglanz, etwas Magneteisen.
3,060	1,591	„		13° 36′ $\rho < \nu$	∥ ∞P̄∞	„	„	desgl.
3,039	1,590	„		16° 24′ $\rho < \nu$	∥ ∞P̄∞	grün	„	Magneteisen, vereinzelt Eisenglanz.
3,017	1,592	„		17° 10′ Disp.?	∥ ∞P̄∞	„	dunkelbraun	Magneteisen, Eisenhydroxyd.
2,864	?	?	?	23° 10′ $\rho < \nu$	∥ ∞P̄∞	grünlich-hellbraun	dunkelbraun-bronzefarbig	Vereinzelt große, breite Rutilnadeln.
2,837	?	?	?	24° 46′ $\rho < \nu$	?	„	gelbbraun-bronzefarbig	Magneteisen, Eisenhydroxyd, Rutil in reichlicher Menge.
2,800	?	?	?	30° 6′ $\rho < \nu$	∥ ∞P̄∞	blaß-grünlich-braun	messinggelb	desgl.
2,749	1,576	1,587	1,617	?	?	„	„	Reichliche Mengen breiter und feiner Rutilnadeln. Etwas Magneteisen und Eisenhydroxyd.
2,740	?	?	?	30° 6′ Disp.?	?	grünlich-hellbraun	grau-silberweiß	Reichliche Mengen Rutilnadeln.
2,726	?	?	?	21° 44′ Disp.?	⊥ ∞P̄∞	braungelb	hellbraun-bronzefarbig	Eisenglanz. Rutil sehr vereinzelt.
2,684	1,579	1,613	1,613 ber. 1,618 gem.	[1])18° 42′ $\rho < \nu$	⊥ ∞P̄∞	hellbraun	dunkelbraun-bronzefarbig	Magneteisen, etwas Eisenglanz, vereinzelt breite Rutilnadeln.
2,672	?	?	?	20° 56′ $\rho < \nu$	⊥ ∞P̄∞	gelbbraun	dunkel-messinggelb	Eisenglanz, etwas Magneteisen.
2,622	1,577	1,606	1,606 ber. 1,627 gem.	[2])17° 10′ Disp.?	∥ ∞P̄∞	braungelb	hellbraun-bronzefarbig	Vereinzelt größere Rutilnadeln.

1) 2 Va = 11° 24′. 2) 2 Va = 10° 40′.

Aus Ea und dem mittleren Brechungsexponenten β wurde der wahre optische Achsenwinkel 2 Va berechnet. Aus diesem Werte wurde dann mit Hilfe von α (kleinster Brechungsindex) und β der größte Brechungsindex γ zurückberechnet.

Bei der oben gegebenen Zusammenstellung sind alle Daten nach dem specifischen Gewicht angeordnet. Mit dieser Anordnung läßt sich jedoch noch nicht viel thun hinsichtlich der Erkenntnis des Zusammenhanges von chemischer Umwandlung und Aenderung der physikalischen Konstanten, sie kann nur die Bedeutung einer ersten Uebersicht haben: denn zweifellos wird das specifische Gewicht des Glimmers durch die Einschlüsse ganz bedeutend verändert und zwar wohl stets erhöht. Während reiner Biotit im specifischen Gewicht zwischen 2,8—3,2 schwankt, haben die Einschlüsse — Rutil 4,2—4,6, Eisenglanz 4,5—5,3 und Magneteisen 4,9—5,2 — alle viel höheres Gewicht, als der Glimmer.

Den sichersten Anhalt für die Beurteilung des Grades der Zersetzung dürfte wohl die Farbe der Glimmerplättchen bieten, und daran zeigt sich eben, daß in der Anordnung nach dem specifischen Gewicht, je nach der Menge und Art der Einschlüsse, sehr stark zersetzte Plättchen vor frischeren vorausgehen. Ich lenke auf diesen Punkt die Aufmerksamkeit besonders deshalb, weil davon die richtige Deutung aller Resultate, namentlich der analytischen Untersuchung abhängt.

Die Vergleichung der optischen Achsenwinkel und der Farbe der Plättchen zeigt auf den ersten Blick, daß mit zunehmender Bleichung der optische Achsenwinkel vergrößert wird. Demnach dürften sich, nach Farbe und Achsenwinkel geordnet, die Glimmerplättchen noch am besten in der natürlichen Reihenfolge der Umwandlung darstellen. Man wird aber auch sogleich bemerken daß dies nicht ohne weiteres geschehen darf, da auffallenderweise bei einigen Glimmern in mittlerem Stadium der Zersetzung die optischen Achsen bald parallel, bald senkrecht zur Symmetrieebene liegen und dabei doch naheliegende Werte des optischen Achsenwinkels gemessen worden sind. Man muß die Glimmer erster Art daher aus der Reihe ausscheiden und neben die übrigen Plättchen an die entsprechende Stelle setzen.

Ich stelle nun im folgenden die Resultate in der eben bezeichneten Reihenfolge zusammen:

Glimmer II. Art.

Farbe im reflektierten Licht	Farbe im durchfallenden Licht	2 Ea	2 Va	α	β	γ	D
pechschwarz	dunkelgrün	—	—	1,590		absorbiert	3,068
"	"	13° 36′	—	1,591		"	3,060
"	grün	16° 24′	—	1,590		"	3,039
dunkelbraun	"	17° 10′	—	1,592		"	3,017
hellbraun-bronzefarbig	braungelb	17° 10′	10° 40′	1,577	1,606	1,627 gem. 1,606 ber.	2,622
dunkelbraun-bronzefarbig	grünlich-hellbraun	23° 10′	—	—	—	—	2,864
gelbbraun-bronzefarbig	"	24° 46′	—	—	—	—	2,837
messinggelb	blaß-grünlich-braun	30° 6′	—	—	—	—	2,800
"	"	—	—	1,576	1,587	1,617	2,749
grau-silberweiß	grünlich-hellbraun	30° 6′	—	—	—	—	2,740

Glimmer I. Art.

Farbe im reflektierten Licht	Farbe im durchfallenden Licht	2 Ea	2 Va	α	β	γ	D
dunkelbraun-bronzefarbig	hellbraun	18° 42′	11° 24′	1,579	1,613	1,618 gem. 1,613 ber.	2,684
dunkel-messinggelb	gelbbraun	20° 56′	—	—	—	—	2,672
hellbraun-bronzefarbig	braungelb	21° 44′	—	—	—	—	2,726

Aus unserer Zusammenstellung erhalten wir nun folgendes Bild der Umwandlungsvorgänge bei der Bleichung des frischen Biotits, soweit sich dieselben auf die physikalischen Eigenschaften beziehen:

1) Das specifische Gewicht des Glimmers nimmt allmählich ab. Die äußersten Grenzen — wenn wir die Einschlüsse berücksichtigen — sind etwa:

D = 3,0 für den frischen Biotit,
D = 2,6 für den gebleichten Glimmer.

2) Die Farbe wandelt sich etwa nach folgender Skala um:

pechschwarz,
dunkelbraun,
dunkelbraun-bronzefarbig,
hellbraun-bronzefarbig,
gelbbraun-bronzefarbig,
dunkel-messinggelb,
messinggelb,
grau-silberweiß.

3) Die Farbe der parallel zur Spaltungsrichtung schwingenden Strahlen geht von Dunkelgrün allmählich in braune und gelbliche Töne über, der Pleochroïsmus und die Absorption werden also schwächer.

4) Der optische Achsenwinkel wird mit zunehmender Bleichung vergrößert; er wächst von etwa

2 Ea = 13° für frischen Glimmer bis
2 Ea = 30° für gebleichten Glimmer

und hat sich demnach um ca. 17° geändert.

5) Die Stärke der Lichtbrechung nimmt ab, wie schon der Glanz der Glimmerplättchen deutlich zeigt. Und zwar nehmen alle 3 Hauptbrechungsindices ab, doch, wie es scheint, β stärker als γ, so daß der Achsenwinkel größer wird. Wie die zurückberechneten Werte von γ zeigen, ist die Genauigkeit der Messung wohl nur auf 2 Decimalen anzunehmen. Dementsprechend wären die beobachteten Grenzwerte der Lichtbrechung etwa folgende:

α	Differenz	β	Differenz	γ	Differenz
1,59 1,58	0,01	1,61 1,59	0,02	1,63 1,62	0,01

6) Von besonderem Interesse ist aber die Lage der optischen Achsenebene. Wie wir sehen, steht diese nicht mit der Aenderung der optischen Konstanten in Beziehung, sonst müßte ja der optische Achsenwinkel über ein gewisses Maximum hinaus wieder abnehmen, zu Null werden, um dann bei stetig fortschreitender chemischer Veränderung des Glimmers in der Ebene senkrecht zu $\{010\}$ von neuem zu wachsen. Da dieses aber nicht der Fall ist, sondern vielmehr äußerlich gleich stark zersetzte Glimmer mit nahezu gleichen optischen Konstanten entgegengesetzte Lage der optischen Achsenebene zeigen, so schließe ich daraus auf eine durch die Verschiedenheit der physikalischen Verhältnisse (Wärme, Licht, Konzentration der Lösungen etc.) bedingte Verschiedenheit in der vor sich gehenden Aenderung der Krystallstruktur des Glimmers.

Wie ich später zeigen werde, beruht die Verschiedenheit der Lage der optischen Achsen überhaupt nicht in chemischer Verschiedenheit der Glimmer I. und II. Art, sondern, wie ich annehme, in Verschiedenheit der Krystallstruktur. Dadurch wird es aber wahrscheinlich, daß auch bei der Umwandlung des Biotits gleichzeitig beide Modifikationen entstehen

können: Je nach den physikalischen Umständen behält der Glimmer II. Art seine ursprüngliche Krystallstruktur, oder er lagert sich um und liefert damit Glimmer I. Art.

Ob in der eben geschilderten Umwandlung des Biotits ein Bildungsprozeß zu erblicken ist, dessen Endprodukte noch Glimmer — sei es II. oder I. Art — zu nennen sind, darüber kann erst die chemische Untersuchung Aufschluß geben. Hier kann nur das Resultat der physikalischen Untersuchung dahin zusammengefaßt werden, daß durch den Vorgang der Bleichung aus dem Biotit Produkte entstehen, deren optische Eigenschaften sich im Sinne einer Umwandlung des Biotits in ein dem Kaliglimmer ähnliches Mineral geändert haben.

Chemische Untersuchung.

1. Mikroskopische Beschaffenheit der analysierten Proben.

Die Gesamtmasse des aus dem Granitit vom Schneidemüllerskopf gewonnenen Biotits wurde in Portionen getrennt, welche je etwa 0,01—0,03 im specifischen Gewicht differierten, und daraus die Proben für die Analyse gewählt, wie aus nachstehender Uebersicht zu ersehen ist:

Specif. Gewicht	Differenz	Nr. der Analyse
3,101		
	0,027	I
3,074		
	0,060	—
3,014		
	0,020	II
2,994		
	0,051	—
2,943		
	0,016	III
2,927		
	0,063	—
2,864		
	0,020	IV
2,844		
	0,020	—
2,820		
	0,010	V
2,810		
	0,017	—
2,793		
	0,022	VI
2,771		

Das Material zu den Analysen I—VI wurde mikroskopisch untersucht, und zwar wurden bestimmt: der optische Achsenwinkel, die Lage der optischen Achsen und ihre Dispersion, ferner die Einschlüsse und das Mischungsverhältnis der in den Portionen vorhandenen verschiedenen Arten von Plättchen. Letzteres wurde, annähernd wenigstens, ermittelt durch Abzählen gut gemischter

Proben von etwa 60—80 Plättchen. Das Resultat der mikroskopischen Untersuchung ist im Folgenden zusammengestellt.

Die optischen Achsenwinkel sind nach der S. 562 ff. beschriebenen Methode bei gewöhnlichem Gaslicht gemessen.

I.

D = 3,101—3,074.

Gemenge von:

a) 45 % Glimmerplättchen mit Einschlüssen von Magneteisen und Eisenglanz;

b) 55 % einschlußfreien Glimmerplättchen.

Glimmer II. Art. Dispersion $\varrho < \nu$.

2 Ea	Einschlüsse
30° 4′	Sehr reich an Magneteisen und Eisenglanz.
28° 32′	" " " " " "
22° 28′	Geringe Menge von " " "
20° 44′	Einschlußfrei.
21° 42′	"
17° 56′	"

Mittelwerte des optischen Achsenwinkels:

a) Einschlußführend 2 Ea = 27° 1′

b) Einschlußfrei 2 Ea = 21° 47′.

Der Glimmer ist pechschwarz, zum Teil dunkelbraun-bronzefarbig, im durchfallenden Licht dunkelgrün gefärbt und zeigt starken Glasglanz. Die Farbe des Pulvers ist rötlich-grau.

II.

D = 3,014—2,994.

Gemenge von:

a) 57 % Glimmer mit Magneteisen und Eisenhydroxyd (Eisenglanz, Rutil);

b) 43 % einschlußfreiem Glimmer.

Glimmer II. Art. Dispersion $\varrho < \nu$.

2 Ea	Einschlüsse
28° 32′	Viel Magneteisen und Eisenglanz.
25° 28′	" " " und Eisenhydroxyd.
22° 28′	" " " " "
11° 56′	Magneteisen, Eisenhydroxyd, Rutil.
25° 30′	Einschlußfrei (vereinzelt Rutil und Eisenglanz).
23° 58′	" " " " "
19° 26′	" " " " "

Mittelwerte des optischen Achsenwinkels:

a) Einschlußführend 2 Ea = 22° 28′

b) Einschlußfrei 2 Ea = 22° 58′.

Die Glimmerplättchen sind braunschwarz, zum Teil dunkelbronzefarbig, im durchfallenden Licht moosgrün oder gelblichbraun und zeigen Glasglanz. Das Pulver ist hell bräunlich-grau.

III.

D = 2,943—2,927.

Gemenge von:

a) 40 % Glimmer mit Magneteisen, Eisenhydroxyd (und Rutil);

b) 50 % einschlußfreiem Glimmer (mit Rutil);

c) 10 % Chlorit[1]).

Glimmer II. Art. Dispersion $\varrho < \nu$.

2 Ea	Einschlüsse
17° 10′	Sehr viel Magneteisen und Eisenhydroxyd.
17° 56′	Magneteisen und Eisenhydroxyd (Rutil).
23° 12′	„ „ „
28° 32′	Eisenglanz, Rutil.
30° 4′	Magneteisen und Eisenhydroxyd (Rutil).
28° 32′	Einschlußfrei.
31° 38′	„ (mit Rutil).
40° 4′	„

Mittelwerte des optischen Achsenwinkels:

a) Einschlußführend 2 Ea = 23° 23′

b) Einschlußfrei (mit Rutil) 2 Ea = 33° 25′.

Die Farbe der Plättchen ist bräunlich-dunkelgrau, im durchfallenden Licht grünlich-braun, gelblich-braun oder blass gelblich-grün; der Glanz ist ziemlich stark (Perlmutterglanz), die Farbe des Pulvers gelblich-bräunlichgrau.

IV.

D = 2,864—2,844.

Gemenge von:

a) 47 % Glimmer mit Eisenglanz, Eisenhydroxyd und Rutil;

1) Mit Sicherheit nicht zu bestimmen; ich schließe aus der intensiv blaugrünen Farbe (gegenüber den mehr bräunlich gefärbten Glimmern), daß Chlorit vorliegt.

b) 24 % einschlußfreiem Glimmer;
c) 2 % Chlorit[1]).

Glimmer II. Art. Dispersion $\varrho < \nu$.

2 Ea	Einschlüsse
39° 26′	Reichliche Mengen Rutilnadeln, Eisenglanz.
28° 32′	„ „ „ Eisenhydroxyd.
28° 32′	Eisenglanz, Eisenhydroxyd, Rutil.
28° 32′	Einschlußfrei.
27° 0′	„ (etwas Eisenglanz).
25° 30′	„

Mittelwerte des optischen Achsenwinkels:
a) Einschlußführend 2 Ea = 32° 10′
b) Einschlußfrei 2 Ea = 27° 2′.

Die Plättchen sind dunkel silbergrau-bräunlich gefärbt, im durchfallenden Licht hellbraun, gelblich-braun oder blaß grünlich und zeigen metallartigen Glanz. Das Pulver ist dunkel gelblich-grau gefärbt.

V.

D = 2,810—2,820.

Glimmer mit Rutil, Eisenglanz und Eisenhydroxyd.
Glimmer II. Art. Dispersion $\varrho < \nu$.

2 Ea	Einschlüsse
39° 26′	Viel Rutil; Eisenglanz und Eisenhydroxyd.
37° 50′	„ „ „ „ „
37° 50′	„ „ „ „ „
31° 38′	„ „ „ „ „
27° 0′	Fast einschlußfrei.
25° 30′	Viel Rutil; Eisenglanz und Eisenhydroxyd.

Mittelwert des optischen Achsenwinkels:
a) Einschlußführend 2 Ea = 34° 27′
b) Einschlußfrei 2 Ea = 27° 0′.

Die Plättchen sind bräunlich-silbergrau gefärbt, im durchfallenden Licht gelblich-braun oder blaß grünlich und zeigen metallartigen Glanz. Das Pulver ist hell gelblich-grau gefärbt.

In dieser Portion fand ich zum ersten Male einen Glimmer I. Art und zwar nur ein Plättchen, welches mit Sicherheit die

1) Vergl. die Anmerk. S. 572.

Lage der optischen Achsen senkrecht zur Symmetrieebene erkennen ließ, und dessen Achsenwinkel zu

$$2\,Ea = 22^{0}\ 28'$$

gemessen wurde ($\varrho < \nu$). Wenngleich die Auffindung mehrerer solcher Plättchen I. Art durch die Schwierigkeit, die Lage der optischen Achsen mit Sicherheit zu bestimmen, beschränkt ist, so darf man doch wohl schließen, daß sich Glimmer I. Art nur sehr vereinzelt in dieser Portion vorfinden.

VI.

D = 2,793—2,771.

Glimmer mit Rutil, Eisenglanz und Eisenhydroxyd.

Glimmer II. Art. Dispersion $\varrho < \nu$.

2 Ea	Einschlüsse
41° 2′	Viel Rutilnadeln, Eisenhydroxyd.
39° 26′	" " "
36° 18′	Reichliche Menge dicker und dünnerer Rutilnadeln, Eisenglanz und wenig Eisenhydroxyd.
36° 18′	Reichliche Mengen dicker und dünnerer Rutilnadeln (sehr vereinzelt Eisenglanz und Eisenhydroxyd).
33° 10′	Reichliche Mengen dicker und dünnerer Rutilnadeln, Eisenglanz und wenig Eisenhydroxyd.
27° 44′	Fast einschlußfrei (etwas Eisenhydroxyd).
27° 0′	Viel Rutil, etwas Eisenglanz.

Mittelwert des optischen Achsenwinkels:

$$2\,Ea = 34^{0}\ 25'.$$

Die Plättchen sind hell silbergrau, im durchfallenden Licht blaß grünlich-braun oder blaß gelblich-grün bis farblos und zeigen metallartigen Glanz. Die Farbe des Pulvers ist licht gelblich-grau.

Auch bei dieser Portion ließ sich an einem fast einschlussfreien Plättchen mit Sicherheit die Lage der optischen Achsenebene senkrecht zur Symmetrieebene nachweisen. Der optische Achsenwinkel dieses Glimmers I. Art wurde gemessen zu

$$2\,Ea = 27^{0}\ 0',$$

die Dispersion ist $\varrho < \nu$.

Um nun eine Uebersicht über das optische Verhalten der in den analysierten Portionen I — VI enthaltenen Glimmerplättchen zu bekommen, stelle ich die gewonnenen Resultate im folgenden kurz zusammen:

No.	Specif. Gewicht im Mittel	2 Ea der einschlußfreien Plättchen im Mittel		2 Ea der einschlußführenden Plättchen im Mittel		2 Ea Mittelwert für alle Plättchen	Glanz	Farbe		Farbe des Pulvers
		II. Art	I. Art	II. Art	I. Art			im reflektierten Licht	im durchfallenden Licht	
I.	3,09	21° 47′	—	27° 1′	—	24° 14′	starker Glasglanz	pechschwarz, dunkelbraun-bronzefarbig	dunkelgrün	rötlich-grau
II.	3,00	22° 58′	—	22° 28′	—	22° 28′	Glasglanz	braun-schwarz, dunkel bronzefarbig	moosgrün, gelblich-braun	hell bräunlich-grau
III.	2,94	33° 25′	—	23° 23′	—	27° 8′	Perlmutterglanz	bräunlich, dunkelgrau	grünlich-braun, gelblich-braun, blaß gelblich-grün	gelblich bräunlich-grau
IV.	2,85	27° 2′	—	32° 10′	—	29° 29′	metallartiger Glanz	dunkel bräunlich-silbergrau	hellbraun, gelblich-braun, blaß grünlich	dunkel gelblich-grau
V.	2,82	27° 0′	22° 28′	34° 27′	—	II. Art: 33° 12′ I. Art: 22° 28′	„	bräunlich, silbergrau	gelblich-braun blaß grünlich	hell gelblich-grau
VI.	2,78	—	27° 0′	34° 25′	—	II. Art: 34° 25′ I. Art: 27° 0′		hell silbergrau	blaß grünlich-braun, blaß gelblich-grün bis farblos	licht gelblich-grau

Vergleichen wir die Mittelwerte der optischen Achsenwinkel, so zeigt sich eine Zunahme mit abnehmendem specifischen Gewicht. Nur die beiden ersten Portionen folgen dieser Gesetzmäßigkeit nicht, ebenso weichen auch die Glimmer I. Art in Portion V und VI davon beträchtlich ab. Vergleicht man aber bei I und II die an homogenen Plättchen gemessenen Werte, so erscheint es wahrscheinlich, daß für I der optische Achsenwinkel doch geringer ist als für II, insbesondere da ja die Differenz von ca. 2° — wie oben S. 565 gezeigt wurde — schon durch Beobachtungsfehler allein bedingt sein kann. Von dieser Abweichung abgesehen, führt die mikroskopische Untersuchung der Glimmerplättchen in den analysierten Portionen also zu demselben Resultat wie die genauere physikalische Untersuchung der oben S. 566 ff. beschriebenen Plättchen.

b) Analytische Resultate:

Die qualitative Analyse des untersuchten Glimmers ergab, wie auch Müller[1]) konstatiert hat, die Abwesenheit von Fluor. Alle Portionen enthalten außer den wesentlichen Bestandteilen des Glimmers noch Titansäure und Mangan in geringen Mengen.

Der Gang der Analyse war der bei Silicaten übliche. Das Wasser wurde nach der Sipöcz'schen Methode[2]), das Eisenoxydul in der mit FH im Kohlensäurestrom aufgeschlossenen Probe bestimmt.

	I	Analyse von Müller	II	III	IV	V	VI
Specifisches Gewicht im Mittel	3,09	3,01	3,00	2,94	2,85	2,82	2,78
	%	%	%	%	%	%	%
SiO_2	32,746	38,79	35,382	35,693	33,930	35,880	36,873
Al_2O_3	14,786	8,25	15,628	17,849	16,018	18,878	21,210
Fe_2O_3	23,535	23,45	16,265	18,614	17,750	14,974	11,965
MgO	10,250	8,50	12,303	11,826	13,529	13,660	12,339
CaO	3,086	0,88	1,592	2,222	1,851	1,338	1,784
FeO	5,355	10,68	8,064	4,640	3,685	3,686	3,633
K_2O	4,299	4,92	5,342	3,271	3,294	2,249	2,364
Na_2O	—	—	0,218	0,394	—	—	—
H_2O	3,792	4,10	5,381	5,816	7,801	7,734	7,636
TiO_2	1,852	—	0,807	0,144	1,227	1,247	1,611
Summe	99,701	99,57	100,982	100,469	99,085	99,646	99,415

1) l. c. S. 12.

2) Sitzungsber. der K. K. Akademie Wien, Bd. LXXVI, Heft 1, S. 51

Molekularproportionen:

	I	Analyse von MÜLLER	II	III	IV	V	VI
Specifisches Gewicht im Mittel	3,09	3,01	3,00	2,94	2,85	2,82	2,78
SiO_2	54 305	63 445	58 675	59 193	56 267	59 502	61 149
Al_2O_3	14 499	8 088	15 318	17 499	15 704	18 508	20 794
Fe_2O_3	14 728	14 674	10 177	11 657	11 108	9 370	7 487
MgO	25 434	21 092	30 529	29 345	33 571	33 895	30 617
CaO	5 521	1 574	2 848	3 975	3 311	2 394	3 191
FeO	7 448	14 854	11 216	5 808	5 125	5 127	5 053
K_2O	4 573	5 234	5 683	3 480	3 504	2 393	2 573
Na_2O	—	—	352	636	—	—	—
H_2O	21 067	22 778	29 894	32 311	43 339	42 966	42 423
TiO_2	2 317	—	807	180	1 535	1 560	2 016

Wenn wir nun versuchen, die oben zusammengestellten Analysen auf bestimmte Formeln zu berechnen, so sind folgende Umstände wohl zu beachten:

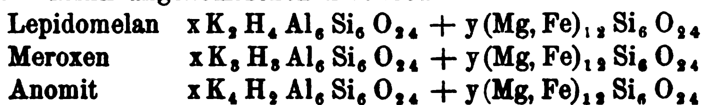
1) Jede unserer Analysen giebt die chemische Zusammensetzung eines Gemenges verschiedener Mineralien, resp. von deren Zersetzungsprodukten an. Im wesentlichen kommen hier in Frage: Glimmer in verschiedenen Stadien der Zersetzung und Einschlüsse von Magneteisen, Eisenglanz, Eisenhydroxyd und Rutil.

2) Eine Formel für den frischen Biotit — wenn sie nicht rein empirisch sein soll — setzt die Annahme bestimmter Formen der darin enthaltenen Silicate voraus. Da nun die TSCHERMAK'sche Theorie wohl immer noch die anschaulichste Vorstellung über die Zusammensetzung und die Beziehungen der Glimmermineralien giebt, so halte ich mich zunächst an die von TSCHERMAK gegebene Biotitformel, nach welcher der Biotit aus den beiden Silicaten $K = (K, H) Al Si O_4$ und $M = (Mg, Fe)_2 Si O_4$ besteht.

TSCHERMAK nimmt an, daß in dem K-Silicat nur die Verhältnisse:

$$H : K = 2 : 1,\ 1 : 1,\ 1 : 2$$

bestehen und für die verschiedenen Glimmerarten charakteristisch sind. Insbesondere unterscheiden sich danach die von TSCHERMAK angenommenen Biotitarten:



Lepidomelan $x K_2 H_4 Al_6 Si_6 O_{24} + y (Mg, Fe)_{12} Si_6 O_{24}$
Meroxen $x K_3 H_3 Al_6 Si_6 O_{24} + y (Mg, Fe)_{12} Si_6 O_{24}$
Anomit $x K_4 H_2 Al_6 Si_6 O_{24} + y (Mg, Fe)_{12} Si_6 O_{24}$

Der von mir untersuchte Biotit — ein Glimmer II. Art — müßte also entweder Meroxen oder Lepidomelan sein oder, wenn wir mit GROTH [1]) die Existenz von Uebergangsgliedern der K-Silicate annehmen, eine Mischung der beiden Glimmerarten darstellen. Was die Zersetzungsprodukte des frischen Biotits angeht, so steht nach der Theorie zu erwarten, daß sich die Silicate K und M resp. ihr Verbindungsverhältnis in bestimmter Weise verändern werden. Da dieser Prozeß aber allmählich vor sich geht, so können wir natürlich nicht erwarten, Formeln mit einfachen rationalen Verhältniszahlen zu erhalten, abgesehen davon, daß in jeder Portion ein Gemenge von reinen Glimmern verschiedener Zusammensetzung vorliegt.

Unter diesen Gesichtspunkten versuche ich nun die Resultate der Analysen darzustellen, jedoch ist noch über die Berechnung folgendes zu bemerken:

Die untersuchten Glimmer schließen Eisenglanz, Eisenhydroxyd und Magneteisen ein, daher ist es unumgänglich, wenigstens angenähert das Verhältnis der eingeschlossenen Mengen zum reinen Glimmer zu bestimmen. Zu diesem Zwecke wurden etwa 50—60 einschlußführende Plättchen jeder Portion mikroskopisch untersucht und die Mengenverhältnisse abgeschätzt. Das Mittel aus den so gefundenen Mischungsprozenten ist in nachfolgender Berechnung angegeben.

Bezüglich der Titansäure wurde angenommen, daß dieselbe für SiO_2 eintritt, wenn Rutileinschlüsse fehlen, anderenfalls wurde die Gesamtmenge als Rutil in Anrechnung gebracht.

I.

D = 3,09.

Das analysierte Material bildet ein Gemenge von ca. 45 Proz. Glimmer mit Eisenglanz, Eisenhydroxyd und Magnetit neben ca. 55 Proz. einschlußfreiem Glimmer. In den einschlußführenden Plättchen ist Magneteisen nur in minimalen Mengen vorhanden, dagegen erscheinen die Plättchen mit Eisenglanz (und etwas Eisenhydroxyd) so reichlich erfüllt, daß anzunehmen ist, der Gehalt an Eisenoxyd in dieser Form betrage 50 Proz. Daraus ist aber zu schließen, daß sich in den analysierten Sub-

1) Tab. Uebersicht der Mineralien, 1898, S. 129, Anm.

stanzen ca. 20 Proz. Fe_2O_3 in Form von freiem Eisenoxyd resp. -hydroxyd befinden.

Die Berechnung geht davon aus, daß alle Kieselsäure und, bei Abwesenheit von Rutil, auch die TiO_2 im Glimmer enthalten ist. Im übrigen sind diejenigen Gemengteile, welche bei den einzelnen Silicaten als Ausgangspunkt für die Rechnung gedient haben, durch ein Sternchen (*) kenntlich gemacht.

In Molekularproportionen:

	SiO_2 + TiO_2	Al_2O_3	MgO + CaO	FeO	K_2O	H_2O	Fe_2O_3
Gefunden	56 622	14 499	30 955	7 448	4 573	21 067	14 728
$(K, H)_6 Al_6 Si_6 O_{24}$	28 998	* 14 499	—	—	4 573	9 926	—
$(Mg, Ca)_2 SiO_4$	15 477,5	—	* 30 955	—	—	—	—
Fe_2SiO_4	3 724	—	—	* 7 448	—	—	—
$H_6 Fe_6 Si_6 O_{24}$	* 8 422,5	—	—	—	—	4 211	4 211
Summe	56 622	14 499	30 955	7 448	4 573	14 137	4 211
Rest	0	0	0	0	0	6 930	10 517

Nach dieser Berechnung bleiben also übrig:

16,806 Proz. Fe_2O_3
1,247 „ H_2O

in Form von Eisenglanz und Eisenhydroxyd. Wenn wir das spezifische Gewicht des Eisenglanzes zu 5 annehmen, so würde sich für den analysierten Glimmer ohne Eisenglanz der durchschnittliche Wert D = 2,9 ergeben.

Für dieses Gemenge aber ergiebt die obige Berechnung angenähert die Formel:



I) $2\,(KH_2)_6\,(Al_7\,Fe_2)_6\,Si_6\,O_{24} + [(Mg, Ca)_4\,Fe]_{12}\,Si_6\,O_{24}$.

Analyse von Müller.

D = 3,01.

Da Müller[1]) Angaben über Natur und Menge der Einschlüsse in dem von ihm untersuchten Materiale nicht macht, so ist man mit der Berechnung der Analyse vor eine recht schwierige Aufgabe gestellt. Der hohe Gehalt an Kieselsäure deutet auf Quarz-Einschlüsse, während der vergleichsweise große Gehalt an FeO, wie ich hier vorgreifend erwähne, auf einen frischen Biotit, und doch wieder das reichlich vorhandene Eisen

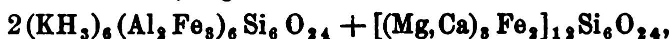
1) l. c. S. 20.

oxyd auf Eisenglanz als Einschlußmineral hindeutet. Wenn ich daher nachstehend eine Berechnung der Analyse versuche, so bin ich mir wohl bewußt, daß das Silicat $H_6 Fe_6 Si_6 O_{24}$ wohl etwas zu hoch, der Gehalt an Eisenglanz dagegen zu niedrig bestimmt sein wird.

In Molekularproportionen:

	SiO_2	Al_2O_3	$MgO + CaO$	FeO	K_2O	H_2O	Fe_2O_3
Gefunden	63 445	8 088	22 666	14 854	5 234	22 778	14 674
$(K,H)_6 Al_6 Si_6 O_{24}$	16 176	* 8 088	—	—	5 234	2 854	—
$(Mg,Ca)_2 Si O_4$	11 333	—	* 22 666	—	—	—	—
$H_6 Fe_6 Si_6 O_{24}$	25 696	—	—	—	—	* 12 848	12 848
$Fe_2 Si O_4$	7 427	—	—	* 14 854	—	—	—
Summe	60 632	8 088	22 666	14 854	5 234	15 702	12 848
Rest	2 813	0	0	0	0	7 076	1 826

Vorstehende Berechnung, bei welcher
1,696 Proz. SiO_2 als Quarz,
2,918 „ Fe_2O_3 } als Eisenglanz, Eisenhydroxyd
1,273 „ H_2O } und Wasser
auszuscheiden sind, ergiebt also die Formel:



$$2(KH_3)_6(Al_2Fe_3)_6 Si_6 O_{24} + [(Mg,Ca)_3 Fe_2]_{12} Si_6 O_{24},$$

welche, unter Berücksichtigung des oben über die Beschaffenheit des frischen Glimmers und die Menge des Eisenoxyds Gesagten zu Gunsten des Kaliums in dem Muscovitmolekül zu verbessern wäre und damit der Formel des Lepidomelans:



$$1{,}674\,(K_2H_4)_6(AlFe)_6 Si_6 O_{24} + [(Mg,Ca)_3 Fe_2]_{12} Si_6 O_{24}$$

nahekommt. Würde man letztere annehmen, so blieben als Rest:
7,953 Proz. SiO_2 als Quarz,
11,282 „ Fe_2O_3 } als Eisenglanz und Eisenhydroxyd.
2,216 „ H_2O }

II.

D = 3,00.

Das analysierte Material besteht aus ca. 57 Proz. Glimmer mit Eisenglanz, Eisenhydroxyd und sehr wenig Magnetit neben 43 Proz. einschlußfreiem Glimmer. In den einschlußführenden Plättchen sind etwa 25 Proz. Eisenglanz und Eisenhydroxyd ent-

halten, so daß nach dieser Schätzung in der gesamten Portion ca. 14 Proz. solcher Einschlüsse anzunehmen sind, also weniger als in No. I.

In Molekularproportionen:

	$SiO_2 + TiO_2$	Al_2O_3	$MgO + CaO$	FeO	$K_2O + Na_2O$	H_2O	Fe_2O_3
Gefunden	59 482	15 318	33 377	11 216	6 035	29 894	10 177
$(K, H)_8 Al_8 Si_8 O_{24}$	30 636	* 15 318	—	—	6 035	9 283	—
$(Mg, Ca)_2 Si O_4$	16 688,5	—	* 33 377	—	—	—	—
$Fe_2 Si O_4$	5 608	—	—	* 11 216	—	—	—
$H_6 Fe_6 Si_8 O_{24}$	* 6 549,5	—	—	—	—	3 275	3 275
Summe	59 482	15 318	33 377	11 216	6 035	12 588	3 275
Rest	0	0	0	0	0	17 336	6 902

Die vorstehende Berechnung ergiebt einen Rest von
11,030 Proz. Fe_2O_3 } als Eisenglanz, Eisenhydroxyd
3,120 „ H^2O } und Wasser
und führt zu der Formel:

(II) 1,668 $(K_2H_4)_6(Al_9Fe_2)_6Si_6O_{24} + [(Mg, Ca)_3Fe]_{12}Si_6O_{24}$.

III.

D = 2,94.

Diese Portion bildet ein Gemenge von 40 Proz. Glimmer mit Eisenglanz, Eisenhydroxyd und sehr wenig Magnetit nebst Rutil und von 60 Proz. einschlußfreiem Glimmer. Die Menge der Einschlüsse von Eisenglanz und Eisenhydroxyd beträgt etwa 33 Proz. der einschlußführenden Plättchen, also ca. 13 Proz. des analysierten Materials, während Magnetit nur sehr vereinzelt erscheint.

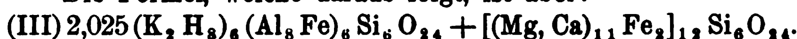
In Molekularproportionen:

	SiO_2	Al_2O_3	$MgO + CaO$	FeO	$K_2O + Na_2O$	H_2O	Fe_2O_3
Gefunden	59 193	17 499	33 320	5 808	4 116	32 311	11 657
$(K, H)_8 Al_8 Si_8 O_{24}$	34 998	* 17 499	—	—	4 116	13 383	—
$(Mg, Ca)_2 Si O_4$	16 660	—	* 33 320	—	—	—	—
$Fe_2 Si O_4$	2 904	—	—	* 5 808	—	—	—
$H_6 Fe_6 Si_8 O_{24}$	* 4 631	—	—	—	—	2 315	2 315
Summe	59 193	17 499	33 320	5 808	4 116	15 698	2 315
Rest	0	0	0	0	0	16 613	9 342

Nach vorstehender Berechnung sind als Einschlüsse vorhanden:

0,144 Proz. TiO_2 Rutil
14,917 „ Fe_2O_3 } als Eisenglanz, Eisenhydroxyd
2,984 „ H_2O } und Wasser.

Die Formel, welche daraus folgt, ist aber:



(III) $2{,}025\,(K_2H_8)_6\,(Al_8Fe)_6\,Si_6O_{24} + [(Mg, Ca)_{11}Fe_2]_{12}\,Si_6O_{24}$.

IV.

D = 2,85.

Das Material bildet ein Gemenge von 74 Proz. Glimmer mit Eisenglanz, Eisenhydroxyd und Rutil neben 26 Proz. einschlußfreiem Glimmer. In den einschlußführenden Plättchen war die Menge der Einschlüsse auf etwa 20 Proz. zu schätzen, wonach sich für die gesamte Portion ca. 15 Proz. Eisenglanz und Eisenhydroxyd ergeben würden.

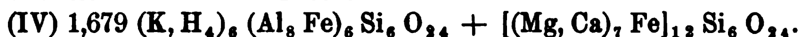
In Molekularproportionen:

	SiO_2	Al_2O_3	$MgO + CaO$	FeO	K_2O	H_2O	Fe_2O_3
Gefunden	56 267	15 704	36 882	5 125	3 504	43 339	11 108
$(K,H)_6Al_6Si_6O_{24}$	31 408	* 15 704	—	—	3 504	12 200	—
$(Mg,Ca)_2SiO_4$	18 441	—	* 36 882	—	—	—	—
Fe_2SiO_4	2 562,5	—	—	5 125	—	—	—
$H_6Fe_8Si_6O_{24}$	* 3 855,5	—	—	—	—	1 927,8	1 927,8
Summe	56 267	15 704	36 882	5 125	3 504	14 128	1 928
Rest	0	0	0	0	0	29 211	9 180

Nach obiger Berechnung bleibt ein Rest von

1,227 Proz. TiO_2 als Rutil
14,670 „ Fe_2O_3 } als Eisenglanz, Eisenhydroxyd
5,258 „ H_2O } und Wasser

und sie führt zu der Formel:



(IV) $1{,}679\,(K, H_4)_6\,(Al_8Fe)_6\,Si_6O_{24} + [(Mg, Ca)_7\,Fe]_{12}\,Si_6O_{24}$.

V.

D = 2,82.

In dieser Portion sind einschlußfreie Glimmerplättchen sehr selten, das Material besteht zum größten Teil aus Glimmer mit ca. 10 Proz. Eisenglanz und Eisenhydroxyd.

In Molekularproportionen:

	SiO_2	Al_2O_3	$MgO + CaO$	FeO	K_2O	H_2O	Fe_2O_3
Gefunden	59 502	18 508	36 289	5 127	2 393	42 966	9 370
$(K,H)_6Al_6Si_6O_{24}$	37 016	* 18 508	—	—	2 393	16 115	—
$(Mg,Ca)_2SiO_4$	18 144,5	—	* 36 289	—	—	—	—
Fe_2SiO_4	2 563,5	—	—	* 5 127	—	—	—
$H_6Fe_6Si_6O_{24}$	1 778	—	—	—	—	839	839
Summe	59 502	18 508	36 289	5 127	2 393	16 954	839
Rest	0	0	0	0	0	26 012	8 531

Nach vorstehender Berechnung enthält der Glimmer

1,247 Proz. TiO_2 als Rutil
13,407 „ Fe_2O_3 } als Eisenglanz, Eisenhydroxyd
4,682 „ H_2O } und Wasser

und die Formel lautet:



(V) $1,873\,(KH_7)_6\,(Al_{22}Fe)_6\,Si_6O_{24} + [(Mg,Ca)_7Fe]_{12}\,Si_6O_{24}$.

VI.

D = 2,78.

Diese specifisch leichteste Portion enthält keinen einschlußfreien Glimmer, sondern besteht aus einem Glimmer mit ca. 10 Proz. Eisenglanz und Eisenhydroxyd.

In Molekularproportionen:

	SiO_2	Al_2O_3	$MgO + CaO$	FeO	K_2O	H_2O	Fe_2O_3
Gefunden	61 149	20 794	33 808	5 053	2 573	42 423	7 487
$(K,H)_6Al_6Si_6O_{24}$	41 588	* 20 794	—	—	2 573	18 221	—
$(Mg,Ca)_2SiO_4$	16 904	—	* 33 808	—	—	—	—
Fe_2SiO_4	2 526,5	—	—	* 5 053	—	—	—
$H_6Fe_6Si_6O_{24}$	130,5	—	—	—	—	65	65
Summe	61 149	20 794	33 808	5 053	2 573	18 286	65
Rest	0	0	0	0	0	24 137	7 422

Wie oben stehende Berechnung zeigt, bleiben

1,611 Proz. TiO_2 als Rutil
11,861 „ Fe_2O_3 } als Eisenglanz, Eisenhydroxyd
4,345 „ H_2O } und Wasser

und lautet die Formel:



(VI) $2{,}147\,(K, H_7)_6\,(Al_{45}\,Fe)_6\,Si_6\,O_{24} + [(Mg, Ca)_{20}\,Fe_3]_{12}\,Si_6O_{24}$.

Die Resultate der Berechnung sind nun in nachfolgender Uebersicht zusammengefaßt, und zwar zunächst angeordnet mit abnehmendem specifischen Gewicht:

No.	D	Formel: K-Silicat	Formel: M-Silicat	In Form von Einschlüssen
I	3,09	$2\,(KH_3)_6(Al_7\,Fe_2)_6\,Si_6\,O_{24}$	$[(Mg, Ca)_4\,Fe]_{12}\,Si_6\,O_{24}$	16,806 Proz. Fe_2O_3; 1,247 „ H_2O
Analyse von MÜLLER	3,01	$1{,}674\,(K_2\,H_4)_6(Al\,Fe)_6\,Si_6\,O_{24}$	$[(Mg, Ca)_8\,Fe_2]_{12}\,Si_6\,O_{24}$	7,153 „ SiO_2; 11,282 „ Fe_2O_3; 2,216 „ H_2O
II	3,00	$1{,}668\,(K_2\,H_4)_6(Al_9\,Fe_2)_6\,Si_6\,O_{24}$	$[(Mg, Ca)_3\,Fe]_{12}\,Si_6\,O_{24}$	11,030 „ Fe_2O_3; 3,120 „ H_2O
III	2,94	$2{,}025\,(K, H_4)_6(Al_8\,Fe)_6\,Si_6\,O_{24}$	$[(Mg, Ca)_{11}\,Fe_3]_{12}\,Si_6\,O_{24}$	0,144 „ TiO_2; 14,917 „ Fe_2O_3; 2,809 „ H_2O
IV	2,85	$1{,}679\,(K, H_4)_6(Al_8\,Fe)_6\,Si_6\,O_{24}$	$[(Mg, Ca)_7\,Fe]_{12}\,Si_6\,O_{24}$	1,227 „ TiO_2; 14,670 „ Fe_2O_3; 5,258 „ H_2O
V	2,82	$1{,}873\,(K, H_7)_6(Al_{23}\,Fe)_6\,Si_6\,O_{24}$	$[(Mg, Ca)_7\,Fe]_{12}\,Si_6\,O_{24}$	1,247 „ TiO_2; 13,407 „ Fe_2O_3; 4,682 „ H_2O
VI	2,78	$2{,}147\,(KH_7)_6(Al_{45}\,Fe)_6\,Si_6\,O_{24}$	$[(Mg, Ca)_{20}\,Fe_3]_{12}\,Si_6\,O_{24}$	1,611 „ TiO_2; 11,861 „ Fe_2O_3; 4,345 „ H_2O

Durch die optische und mikroskopische Untersuchung wurde schon gezeigt, daß die Dichte des Glimmers mit zunehmender Veränderung seiner ursprünglichen Eigenschaften abnimmt, und mit dieser Abnahme der Dichte ist auch, wie die vorstehende Uebersicht erkennen läßt, die chemische Veränderung im großen und ganzen verknüpft. Da die Werte für D aber nicht das mittlere specifische Gewicht des in den analysierten Portionen befindlichen reinen Glimmers sein können, weil beträchtliche Mengen anderer Mineralien, namentlich von Eisenglanz, eingeschlossen werden, so können diese Werte auch nicht ohne weiteres den Grad der Zersetzung bestimmen. Das wahre specifische Gewicht läßt sich aber aus den Werten D annähernd berechnen, sobald die Dichte Δ der hauptsächlich eingeschlossenen Körper bekannt ist. Denn wenn p % an Einschlüssen vom spezifischen

Gewicht Δ vorhanden sind und (100—p) % reiner Glimmer von der mittleren Dichte x, so hat man die Beziehung

$$\frac{100}{D} = \frac{p}{\Delta} + \frac{100-p}{x}$$

woraus folgt:

$$x = \frac{\Delta \,.\, D\,(100-p)}{\Delta \,.\, 100 - p \,.\, D}$$

Da nun das Wasser großenteils als hygroskopisch anzunehmen ist und somit hauptsächlich Eisenglanz, von der mittleren Dichte $\Delta = 5$ ca., das specifische Gewicht verändert, so berechnen wir nach obiger Formel die mittlere Dichte x des reinen Glimmers der Portionen unter der Voraussetzung, daß nur p % Fe_2O_3 als Eisenglanz eingeschlossen sind.

Nach den so berechneten wahren mittleren specifischen Gewichten sind nun in nachfolgender Tabelle die Formeln nochmals angeordnet:

No.	D berechnet	D gefunden	Formel		Einschlüsse von Fe_2O_3 %
			K-Silicat	M-Silicat	
Analyse von MÜLLER	2,87	3,01	1,674 $(K_2H_4)_6(Al_2Fe_2)_6Si_6O_{24}$	$[(Mg,Ca)_8Fe_2]_{12}Si_6O_{24}$	11,282
II	2,86	3,00	1,668 $(K_2H_4)_6(Al_9Fe_2)_6Si_6O_{24}$	$[(Mg,Ca)_6Fe_2]_{12}Si_6O_{24}$	11,030
I	2,87	3,09	2 $(K_2H_6)_6(Al_7Fe_2)_6Si_6O_{24}$	$[(Mg,Ca)_8Fe_2]_{12}Si_6O_{24}$	16,806
III	2,73	2,94	2,025 $(K_2H_8)_6(Al_{16}Fe_2)_6Si_6O_{24}$	$[(Mg,Ca)_{11}Fe_2]_{12}Si_6O_{24}$	14,917
IV	2,65	2,85	1,679 $(K_2H_8)_6(Al_{16}Fe_2)_6Si_6O_{24}$	$[(Mg,Ca)_{14}Fe_2]_{12}Si_6O_{24}$	14,670
V	2,64	2,82	1,873 $(K_2H_{14})_6(Al_{44}Fe_2)_6Si_6O_{24}$	$[(Mg,Ca)_{14}Fe_2]_{12}Si_6O_{24}$	13,407
VI	2,62	2,78	2,147 $(K_2H_{14})_6(Al_{30}Fe_2)_6Si_6O_{24}$	$[(Mg,Ca)_{18,8}Fe_2]_{12}Si_6O_{24}$	11,861

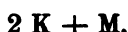
Die berechneten specifischen Gewichte dürften mit einer Unsicherheit von 0,01 wohl behaftet sein, und daher kann der Glimmer No. II auch zwischen No. I und den von MÜLLER untersuchten Biotit gestellt werden, ohne daß damit die Anordnung nach abnehmendem specifischen Gewicht gestört wird.

Da die Reihenfolge nach abnehmender Dichte nun diejenige ist, welche der Aufeinanderfolge der Zersetzungsstadien am wahrscheinlichsten entspricht, so giebt die obige Tabelle ein Bild von den bei der Bleichung des frischen Biotits vor sich gehenden chemischen Prozessen.

Der vollkommen frische Glimmer ist aller Wahrscheinlichkeit nach ein Lepidomelan, der das Muscovitsilicat K und Olivinsilicat M im Verhältnis 2 : 1 gebunden enthält, während Thonerde zur Hälfte durch Eisenoxyd und Magnesia im Verhältnis 3 : 2 durch Eisenoxydul vertreten ist. Die ursprünglich vorliegende Verbindung läßt sich demnach wohl durch folgende Formel wiedergeben:

$$2\,(K_2H_4)_6\,(Al_2Fe_2)_6\,Si_6O_{24} + (Mg_3Fe_2)_{12}\,Si_6O_{24}$$

und lautet in der Tschermak'schen abgekürzten Bezeichnungsweise:



$$2\,K + M.$$

Die Tabelle zeigt nun auf das deutlichste, daß dieses Verhältnis im wesentlichsten dasselbe bleibt; selbst bei dem am stärksten zersetzten Glimmer No. VI ist es immer noch 2,141 : 1, also fast 2 : 1. Wenn auch Schwankungen zwischen 1,67 : 1 und 2,37 : 1 vorhanden sind, so können diese das Resultat im allgemeinen nicht ändern, denn die Berechnung kann nicht vollständige Sicherheit gewähren, weil einerseits die vorhandenen Einschlüsse und andererseits die chemische Verschiedenheit des analysierten Gemenges von Glimmern in verschiedenen Zersetzungsstadien die richtige Deutung der Analysen erschweren.

Die chemische Veränderung des Glimmers vollzieht sich also je innerhalb der Moleküle K und M und zwar in folgender Weise:

1) Das Kalium nimmt zu Gunsten des Wasserstoffs in dem Muscovitsilicat ab, jedoch scheint es, als ob die Verbindung dieser beiden Radikale einer Aenderung ihres ursprünglichen Verbindungsverhältnisses noch den relativ größten Widerstand entgegensetzt: denn erst in dem dritten Glimmer der obigen Reihe steigt der Quotient H : K auf 6 : 2, dann tritt Erhöhung auf 7 : 2 bis 8 : 2 ein, und nur am Ende der Reihe findet eine starke Zunahme auf 14 : 2 statt.

2) Das Eisenoxyd, welches in dem frischen Biotit die Thonerde zur Hälfte ersetzt, tritt sehr bald aus der Verbindung K aus. Wenn in dem Glimmer No. II das Verhältnis von $Al_2O_3 : Fe_2O_3$ schon den Wert 9 : 2 annimmt, während es in dem folgenden Silicat noch 7 : 2 ist, so möchte ich diese Unregelmäßigkeit dem Umstande zuschreiben, daß für No. II das

Verhältnis K : M = 1,67 : 1 zu Ungunsten des Eisenoxyds etwas zu niedrig gefunden wurde. Im übrigen erkennt man aber aus der Tabelle, daß Fe_2O_3 in dem K-Silicat allmählich abnimmt und zuletzt fast vollständig verschwindet.

Wie die *Einschlüsse von* Fe_2O_3 in der obigen Uebersicht zeigen, krystallisiert das frei gewordene Eisenoxyd zunächst als Eisenglanz aus; da nun fortwährend neue Mengen von Eisenoxyd ausgeschieden werden, dieses aber nur allmählich hydratisiert und fortgeführt wird, so ist eine Anhäufung des Eisenglanzes in den mittleren Gliedern der Reihe und danach erfolgende Abnahme desselben wohl verständlich.

3) Aehnlich wie das Eisenoxyd verhält sich auch das *Eisenoxydul* in dem M-Silicat. Es tritt allmählich aus der Verbindung aus, allerdings nicht so leicht, wie jenes. Dieser Umstand deutet darauf hin, daß die Verbindung von Magnesia und Eisenoxydul in dem Olivinsilicat M nur verhältnismäßig schwer gelöst wird, und auch zuletzt noch bestehen bleibt, wenn das Eisenoxyd schon fast vollkommen aus dem K-Silicat ausgetreten ist.

Das Endergebnis vorstehender Betrachtung ist somit: *Der Biotit wird durch die Bleichung* **nicht** *zu Muscovit umgewandelt*, sondern vorher wie nachher bleibt die Verbindung eines Thonerdesilicats K mit einem thonerdefreien Silicat M bestehen. Dagegen vollzieht sich innerhalb dieser beiden Silicate ein Umwandlungsprozeß, der so aufzufassen ist, daß die Verbindung $(K, H)_6 \overset{III}{Fe}_6 Si_6 O_{24}$ aus dem K-Molekül ausgelaugt, und daß das Kalium des Thonerdesilicats durch Wasserstoff ersetzt wird, während gleichzeitig aus dem Olivinmolekül M die Verbindung $\overset{II}{Fe}_2 SiO_4$ allmählich verschwindet. Von diesen Prozessen vollziehen sich die beiden ersteren schneller als der letztere, und zum Schluß bleibt ein Silicat von der Formel



$$2\, H_6 Al_6 Si_6 O_{24} + Mg_{12} Si_6 O_{24}$$

zurück. Alle Uebergangsglieder von diesem letzten Produkt der chemischen Umwandlung bis zum frischen Biotit lassen sich demnach so auffassen, daß der Wasserstoff dieser Verbindung durch Kalium, die Thonerde durch Eisenoxyd und die Magnesia durch Eisenoxydul vertreten werden, ohne daß die Struktur des Glimmermoleküls verändert wird.

Durch dieses Resultat dürfte die TSCHERMAK'sche Theorie von neuem gestützt werden — sofern sie sich auf Biotit bezieht. Im übrigen gewinnt man aus den obigen Untersuchungen wohl die Auffassung, daß die Silicate K und M thatsächlich in fester, ja sogar in festerer Verbindung stehen als ihre konstituierenden Bestandteile, und daß, ebenso wie das ganze Biotitmolekül, auch die Silicate K und M ihre Struktur bei der Umwandlung unveränderlich beibehalten.

II. Zusammenhang zwischen chemischer Zusammensetzung und optischem Achsenwinkel der Glimmer.

Die Thatsache, daß der optische Achsenwinkel und das specifische Gewicht der Glimmer innerhalb weiter Grenzen variieren können, dürfte sich wohl in erster Linie durch die ebenfalls sehr verschiedene chemische Zusammensetzung erklären. Insbesondere legt die Beobachtung, daß Magnesiaglimmer im allgemeinen sehr kleinen, Alkaliglimmer dagegen sehr großen Achsenwinkel zeigen, den Gedanken nahe, daß die Größe des optischen Achsenwinkels geradezu eine Funktion der chemischen Zusammensetzung sei.

Dagegen läßt das Verhalten des Anomits einerseits und der Lepidolithe zweiter Art[1]) andererseits wohl schließen, daß die Lage der optischen Achsenebene eine durch die chemische Zusammensetzung allein nicht zu erklärende Eigenschaft sei. HINTZE[2]) wendet sich daher gegen die Abtrennung des Anomits als selbständiges Glied von den Biotiten zweiter Art, indem er bemerkt: „Auch der Anomit kann nicht als selbständiges Glied abgetrennt werden; die „anomale" Lage der optischen Achsen ist schwerlich von einer wesentlichen chemischen Verschiedenheit abhängig." Gerade deshalb erscheint mir aber die Vereinigung

1) SCHARIZER, GROTH's Zeitschrift, Bd. XII, S. 5; Bd. XIII, S. 464. — BAUER, POGGEND. Annalen, 1869, S. 138, 364.

2) Handbuch der Mineralogie, Leipzig 1897, Bd. II, S. 532.

des Anomits mit den übrigen Biotiten nicht zulässig, denn da keine chemische Verschiedenheit besteht, so muß als die Ursache der anomalen Lage der optischen Achsen doch wohl eine Verschiedenheit in der Krystallstruktur angenommen werden. Die Anomite und die Biotite zweiter Art würden sich demnach verhalten wie zwei Reihen dimorpher Substanzen.

Um nun eine etwa vorhandene gesetzmäßige Beziehung zwischen dem optischen Achsenwinkel und den an der chemischen Zusammensetzung der Glimmer beteiligten Elementen aufzudecken, wurde eine graphische Darstellung der Molekularproportionen und der zugehörigen Werte des optischen Achsenwinkels für jedes einzelne Element entworfen. Diese zeigte aber, daß hauptsächlich drei Gruppen von Elementen von wesentlichem Einfluß auf die Größenänderung der optischen Achsenwinkel sind:

1) Die Alkalien nebst Fluor
2) Eisenoxydul (inkl. Mn O)
} wirken vergrößernd auf den optischen Achsenwinkel;

3) Magnesia (inkl. Ca O, Sr O, Ba O) } wirken verkleinernd auf den optischen Achsenwinkel.

Somit handelt es sich um die Abhängigkeit einer physikalischen Konstanten von den drei Variablen:

1) $\{K_2O + Na_2O + Li_2O + Fl\} = K.$
2) $\{FeO + MnO\} = Fe.$
3) $\{MgO + CaO + SrO + BaO\} = Mg.$

Es erschien daher zweckmäßig, die neuerdings von Lang[1]) und danach von Becke[2]) mit Vorteil benutzte graphische Darstellung auf die vorliegenden Verhältnisse zu übertragen.

Die Darstellung aller möglichen Verhältnisse dreier variabler Größen H, K, L durch bestimmte Punkte in der Ebene geschieht hiernach in folgender Weise: Man trägt auf zwei Höhenlinien des gleichseitigen Dreieckes nach den Ecken hin vom Schwerpunkt aus die Größen

1) Tschermak's Mitteilungen, Bd. XIII, S. 160.
2) F. Becke, Gesteine der Columbretes. Tschermak's Mitteil., Bd. XVI, S. 155 ff., 308 ff., 1896.

$$a = \frac{H-L}{H+K+L} \text{ und } b = \frac{K-L}{H+K+L}$$

als Koordinaten der Punkte auf, die ein bestimmtes Verhältnis H : K : L graphisch darstellen sollen. Als positiv zählt man die Strecken a und b vom Schwerpunkt aus nach den Ecken hin (Fig. 3).

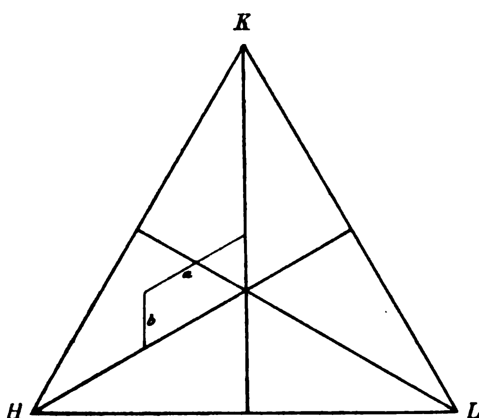


Fig. 3. Erläuterung der graphischen Darstellung der Beziehung zwischen 2 Ea und der chemischen Zusammensetzung.

Setzen wir also an Stelle H, K, L die Molekularproportionen für Alkali + Fluor, Eisenoxydul und Magnesia, so ergiebt sich folgendes Dreieck:

In den Eckpunkten stehen Analysen, die nur je eine der drei Elementgruppen enthalten. Im Schwerpunkt stehen die Analysen, welche gleich viel von den dreien enthalten. Endlich liegen die Analysen, denen eine Gruppe fehlt, auf den drei Seiten des Dreieckes verteilt (Fig. 3).

Wenngleich schon der erste Versuch einer graphischen Darstellung des vorliegenden Analysenmaterials[1]) im großen und ganzen eine gesetzmäßige Beziehung erkennen ließ, so zeigten sich doch bei einigen Glimmern ungewöhnlich große Abweichungen im Achsenwinkel.

Da bei ihren Analysen aber stets kein Eisenoxydul angegeben war, so wurde angenommen, daß die Abweichungen auf die fehlende Bestimmung von FeO zurückzuführen sei: ausgehend von der Thonerde und Magnesia, wurde daher FeO für den Rest

1) Aus Hintze, Handbuch der Mineralogie, Leipzig 1897, Bd. II, Tschermak, Sitzungsber. d. K. K. Akad. d. Wissensch., Abt. II, Bd. LXXVI, Juli 1877, S. 47 und Groth's Zeitschrift entnommen

der Kieselsäure als Fe_2SiO_4 berechnet[1]). In einem Falle[2]), wo FeO zu hoch war, wurde diejenige Menge, welche nicht an den Rest der Kieselsäure gebunden sein konnte, abgezogen — unter der Annahme, daß Einschlüsse von Magneteisen den hohen Eisengehalt bedingten.

So ließen sich die augenfällig starken Unregelmäßigkeiten beseitigen, und mit Hilfe der graphischen Darstellung ergab sich ein gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen dem optischen Achsenwinkel und der chemischen Zusammensetzung der Glimmer.

Die Uebersicht über das aus der Litteratur benutzte Material geben die nachfolgenden Tabellen. Sie enthalten die Angabe der Molekularproportionen der Analysen nebst zugehörigen Bestimmungen des specifischen Gewichts, des scheinbaren optischen Achsenwinkels in Luft und der Dispersion. Fernerhin sind die zur graphischen Darstellung erforderlichen Größen:

$$K = K_2O + Na_2O + Li_2O,$$
$$Fe = FeO + MnO,$$
$$Mg = MgO + CaO + SrO + BaO,$$
$$f = \frac{Fe - Mg}{K + Fe + Mg},$$
$$k = \frac{K - Mg}{K + Fe + Mg},$$

nebst Angabe der zugehörigen Achsenwinkel zusammengestellt.

Alle Daten sind angeordnet nach steigendem Achsenwinkel und zwar in drei Gruppen: 1) Glimmer erster Art (No. 1—19), 2) Glimmer zweiter Art (No. 20—28) und 3) Glimmer mit kleinem Winkel ohne Angabe der Lage der optischen Achsen (No. 29—41).

1) No. 39 in den folgenden Tabellen, braunschwarzer Glimmer mit kleinem Achsenwinkel.

2) Diese Berechnung kann auf Genauigkeit dann allerdings keinen Anspruch erheben, da nicht bekannt ist, wie viel Fe_2O_3 die Thonerde vertritt.

Litteraturangabe, Analysen-No.	Name	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	FeO	K_2O	Na_2O	Li_2O	Fl	H_2O	Specif. Gewicht	Scheinbarer Achsenwinkel in Luft	Dispersion	No.
TSCH. 6	Biotit (Anomit), Monroe, U. S. A.	67 678	16 147	1 352	52 307	8 234	9 585	2 500	—	Spur	12 167	2,846	12° 40′	$\rho > v$	1
„ 5	Biotit (Anomit), Baikalsee	66 334	16 941	451	59 330	6 787	9 117	2 371	—	8 263	7 611	2,87	14° 12′ (Mittel)	$\rho > v$	2
HINTZE 25	Muscovit (Pyknophyllit), Aspang, Oesterr.	81 078	28 794	1 489	6 625 2 236 CaO	709	6 936	5 387	—	—	25 712	2,796	25° 6′	?	3
„ 92	Muscovit, Nord Carolina, U. S. A.	75 290	33 000	1 477	4 615	—	3 543	2 274	—	3 632	30 333	?	35°	?	4
„ 17	Muscovit, Freiberg i. S.	77 512	31 922	970	5 707	911	11 032	—	—	—	19 722	?	38 1/2°	?	5
„ 45	Muscovit (Phengit.), Graubünden	79 137	25 451	1 101	5 707	9 110	10 830	2 742	—	—	19 000	2,873 —2,916	52°	$\rho > v$	6
„ 56	Muscovit (Margarodit), Dublin, Irland	72 089	30 804	4 631	2 804 2 469 CaO	—	11 393	2 323	—	—	30 167	?	53° 8′	?	7
„ 54	Muscovit (Margarodit), Schottland	75 338	29 069	5 213	4 218 1 413 CaO	— 30 MnO	7 383	3 661	—	—	29 389	2,825	67° 5′	?	8
„ 93	Muscovit (Chromglimmer), Montgomery Cty, Maryland U. S. A.	70 000	33 873	645	7 767 841 CaO	—	9 745	1 323	—	—	37 612	?	68° 16′	?	9

Tsch. 1	Muscovit (Damourit), Bengalen	75 572	36 000	595	943 376 CaO	1 780	9 372	1 000	633	790	28 056	2,831	68° 54′	ρ > v	10
Hintze 87	Muscovit, Ouro Preto, Süd-Amerika	77 113	?	?	1 985	—	8 404	2 097	—	—	26 111	2,78	69—70°	ρ > v	11
„ 57	Muscovit (Margarodit), Wicklow, Irland	74 145	30 520	2 998	2 233 1 950 CaO	—	10 542	2 048	—	—	34 556	2,793	70° 4′	?	12
„ 35	Muscovit, Meran, Tirol	75 092	36 853	—	422 161 CaO	1 641	10 979	1 936	—	—	22 889	2,93	ca. 72° (berechnet aus 46° 14′ in Oel)	?	13
„ 22	Muscovit, Schüttenhofen, Böhmen	72 420	35 981	1 370	— 358 CaO	765 353 MnO	9 117	—	1 233	—	30 556	2,835	70° 58′	?	14
„ 50	Muscovit, Rubislaw, Schottland	71 444	32 216	131	819 1 914 CaO	3 839 339 MnO	9 660	1 371	—	—	50 666	?	72° 15′	?	15
„ 58	Muscovit (Margarodit), Wicklow, Irland	74 028	29 589	2 935	1 787 —	—	13 191	—	—	—	29 550	?	72° 18′	?	16
„ 23	Muscovit, Schüttenhofen, Böhmen	73 100	36 118	397	— 323 CaO	1 029 353 MnO	11 808	339	1 233	1 000	34 168	2,854	73° 52′	?	17
„ 113	Muscovit, Massachusetts U. S. A.	77 976	36 108	300	645	— 1 483 MnO	10 425	484 (Na_2O + Li_2O)	?	2 737	21 666	2,859	75° 0′	?	18
„ 110	Muscovit, Connecticut U. S. A.	73 282	32 049	2 972	—	5 424	8 516	952	700	4 895	21 389	2,898	75° 38′	?	19

Mg = MgO + CaO + SrO + BaO	Fe = FeO + MnO	K = K_2O + Na_2O + Li_2O + Fl	$f = \frac{Fe-Mg}{K+Fe+Mg}$	$k = \frac{K-Mg}{K+Fe+Mg}$	Scheinbarer Achsenwinkel in Luft	No.
52,307	8,234	12,085	— 60,683	— 55,381	12° 40′	1
59,330	6,787	19,751	— 61,190	— 46,093	14° 12′ (Mittel)	2
8,861	0,709	12,323	— 38,103	+ 16,182	25° 6′	3
4,651	—	9,449	— 32,814	+ 34,370	35°	4
4,753	1,280	11,032	— 20,351	+ 36,794	38 1/2°	5
5,707	9,110	13,572	+ 11,986	+ 27,768	52°	6
5,293	—	13,716	—	—	53° 8′	7
	5,855 berechnet		+ 2,262 berechnet	+ 33,880 berechnet		
5,631	0,0300	11,044	—	—	67° 5′	8
	— 10,425 berechnet		+ 17,780 berechnet	+ 19,950 berechnet		
8,608	—	11,068	— 43,748	+ 12,502	68° 16′	9
1,319	1,780	11,162	+ 3,233	+ 69,021	68° 54′	10
1,985	—	10,501	— 15,898	+ 68,205	69°—70°	11
4,183	—	12,590	—	—	70° 4′	12
	5,870 berechnet		+ 7,450 berechnet	+ 37,130 berechnet		
0,583	1,641	12,915	+ 6,990	+ 81,282	ca. 72° (berechnet aus 46° 14′ in Oel)	13
0,358	1,118	10,350	+ 6,428	+ 84,492	70° 58′	14
2,733	4,178	11,031	+ 8,054	+ 46,249	72° 15′	15
1,787	—	13,191	— 11,931	+ 76,140	72° 18′	16
0,223	1,382	14,380	+ 7,250	+ 88,562	73° 52′	17
0,645	1,483	13,646	+ 5,313	+ 82,420	75° 0′	18
—	5,424	15,063	+ 26,475	+ 73,524	75° 38′	19

Zu S. 595.

Mg = MgO + CaO + SrO + BaO	Fe = FeO + MnO	K = K_2O + Na_2O + Li_2O + Fl	$f = \frac{Fe-Mg}{K+Fe+Mg}$	$k = \frac{K-Mg}{K+Fe+Mg}$	Scheinbarer Achsenwinkel in Luft	No.
64,890	5,730	8,725	— 74,560	— 70,790	0—4°	20
55,790	11,760	13,761	— 54,710	— 51,750	7° 51′	21
67,490	1,878	32,832	— 64,200	— 33,910	15° rot.	22
40,550	20,510	9,493	— 28,400	— 44,020	20°	23
—	18,620	64,527	+ 22,390	+ 77,600	50° 25′	24
1,886	11,540	40,680	+ 17,840	+ 71,700	55—60° 55 1/2° Mittel	25
—	1,293	86,693	+ 1,469	+ 98,530	67° 19′	26
5,657		11,060	— 33,840	+ 32,320	68° 35′	27
—	2,370	63,125	+ 3,619	+ 96,380	84° 1′	28

Litteraturangabe	Name	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	FeO	K_2O	Na_2O	Li_2O	Fl	H_2O	Specif. Gewicht	Scheinbarer Achsenwinkel in Luft	Dispersion	No.
HINTZE 44	Biotit (Meroxen), Moravicza, Ung.	66 600	15 480	1 583	6 489	5 730	8 128	597	—	—	19 889	2,75	0—4°	$\rho < v$	20
TSCH. 9	Biotit (Meroxen), Vesuv	65 173	16 618	300	54 320 1 467 CaO	10 930 833 MnO	8 287	790	—	4 684	22 334	2,86	7° 51′	$\rho < v$	21
„ 14	Biotit (Phlogopit), Pennsylvania U. S. A.	72 023	13 490	100	67 490	1 878	8 575	2 097	—	22 160	5 111	2,779	15° rot.	$\rho < v$	22
„ 7	Biotit (Meroxen), Tschebarkul, Sibirien	63 831	14 147	3 404	40 550	20 510	8 638	855	—	Spur	4 944	3,004	20°	$\rho < v$	23
„ 12	Zinnwaldit Zinnwald	76 070	22 058	413	—	16 150 2 472 MnO	11 130	677	10 930	41 790	5 056	?	50° 25′	$\rho > v$	24
HINTZE 12	Zinnwaldit (Kryophyllit) Rockport, Mass. U. S. A.	88 656	16 441	1 223	1 886	11 100 438 MnO	13 990	—	13 530	13 160	—	2,909	55—60° 57 1/2° Mittel	?	25
„ 16	Zinnwaldit (Polylithionit) Grönland	98 485	12 324	—	—	1 293	5 713	12 310	30 140	38 530	—	2,81	67° 19′	?	26
„ 76 G. Z. VII 17	Muscovit (Fuchsit), Syssert, Ural	76 567	29 127	1 270 2 309 Cr_2O_3	5 657	—	11 060	—	—	—	30 111 (flüchtige Bestandteile)	2,88	68° 35′	$\rho > v$ (II. Art?)	27
HINTZE 9 G. Z. IX 253	Lepidolith. Schüttenhofen, Böhmen	81 690	24 775	—	—	1 168 1 201 MnO	14 730	565	17 930	29 900	9 778	2,81	Na: 84° 1′ Rot.: 83° 16′	$\rho < v$	28

Litteraturangabe		Name	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	FeO	K_2O	Na_2O	Li_2O	Fl	H_2O	Specif. Gewicht	Scheinbarer Achsenwinkel in Luft	Dispersion	No.
HINTZE	38	Glimmer von Eibenstock („Protolithionit“ SANDB.)	64 743	23 099	3 817	2 407 1 395 CaO	17 246	9 053	1 145	11 300	—	18 055	2,98	vollkommen einachsig	?	29
„	80	„Haughtonit“ (Schottland)	59 154	17 598	4 499	3 722 2 504 CaO	25 118 2 825 MnO	9 862	6 145	—	—	17 778	3,13	nahezu einachsig	?	30
„	111	Manganophyll (Schweden)	68 590	15 706	2 916	32 928	— 7 641 MnO	12 160	3 371	—	25 790	25 667	?	„	?	31
„	11	„Pseudobiotit“ KNOP. (Kaiserstuhl)	59 369	14 284	7 021	59 851	—	3 085	—	—	—	55 777	?	angenähert einachsig	?	32
„	12	„	59 900	15 471	6 558	53 305	—	3 085	—	—	—	63 890	?	„	?	33
„	153	Biotit (St. Laurence New York U. S. A.)	74 310	10 657	—	71 712	431	8 936	613	267	—	35 445	2,791—2,793	klein, manche Stücke scheinbar einachsig	?	34
„	10	„Barytbiotit“ KNOP. (Kaiserstuhl)	59 420	18 451	1 646	70 321 455 SrO 4 468 BaO	—	6 670	1 629	—	—	—	2,97	nur wenig deform. Kreuz	?	35
„	124	Phlogopit (Bengalen)	63 183	14 291	—	58 486 642 BaO	9 082	9 479	5 548	—	—	2 722	?	Oeffnung kaum wahrnehmbar	?	36
„	127	„Siderophyllit“, verändert (Colorado)	56 733	16 206	12 609	3 325 859	19 798 1 285 MnO	6 915	2 306	—	421	25 222	?	äußerst kleiner Winkel	?	37
„	13	Biotit (Vogesen)	68 325	12 127	3 774	47 220 2 916 CaO	8 840	8 447	2 065	733	5 579	16 111	?	kleiner Winkel	?	38
„	3	Biotit (Baden) (braunschwarz)	55 721	14 706	3 123	28 834 6 011 CaO	26 829 1 776 ber.	8 010	823	—	—	25 445	?	„	?	39
„	6	Biotit (Baden)	62 461	18 422	4 055	24 119	21 251	9 500	3 096	—	—	12 945	3,042	„	?	40
„	14	Biotit, Weiler (Elsaß)	60 713	14 961	3 198	41 712 4 848 CaO	11 572	7 413	—	—	1 052	27 501	?	ziemlich kleiner Winkel	?	41

Mg = MgO + CaO + SrO + BaO	Fe = FeO + MnO	K = K_2O + Na_2O + Li_2O + Fl	f = $\frac{Fe-Mg}{K+Fe+Mg}$	k = $\frac{K-Mg}{K+Fe+Mg}$	Scheinbarer Achsenwinkel in in Luft	No.
3,802	17,246	10,198	+ 43,030	+ 20,470	vollkommen einachsig	29
6,226	27,943	16,007	+ 43,280	+ 19,490	nahezu einachsig	30
32,928	7,641	15,531	— 45,070	— 31,010	„	31
59,851	—	3,085	— 95,100	— 90,200	angenähert einachsig	32
53,305	—	3,085	— 94,530	— 89,060	„	33
71,712	0,431	9,549	— 89,290	— 76,080	klein, manche Stücke scheinbar einachsig	34
75,244	—	8,299	— 90,070	— 80,130	nur wenig deform. Kreuz	35
59,128	9,082	15,027	— 60,120	— 52,980	Oeffnung kaum wahrnehmbar	36
4,184	21,083	9,221	+ 49,000	+ 14,610	äußerst kleiner Winkel	37
50,136	8,840	10,512	— 59,430	— 57,020	kleiner Winkel	38
34,845	26,829 17,760 ber.	8,833	— — 27 809 berechnet	— — 42,338 berechnet	„	39
24,119	21,251	12,596	— 4,948	— 19,880	„	40
46,560	11,572	7,413	— 53,380	— 59,730	ziemlich kleiner Winkel	41

Die nach den oben zusammengestellten Daten erhaltene graphische Darstellung (Fig. 4—14c) zeigt nun: 1) den Einfluß der Elementgruppen $\{K_2O + Na_2O + Li_2O\}$ (Fig. 4 u. 9), $\{Fl\}$ (Fig. 5 u. 10), $\{FeO + MnO\}$ (Fig. 6 u. 11), $\{MgO + CaO + SrO + BaO\}$ (Fig. 7 u. 12), ferner $\{K_2O + Na_2O + Li_2O\} + \{Fl\}$ (Fig. 8 u. 13) auf die Größe des optischen Achsenwinkels; 2) die Abhängigkeit der Größe des optischen Achsenwinkels von der chemischen Zusammensetzung als Funktion der drei Variablen: $K = \{K_2O + Na_2O + Li_2O\}$, $Fe = \{FeO + MnO\}$, $Mg = \{MgO + CaO + SrO + BaO\}$ (Fig. 14a—14c).

Wir wenden uns nun im folgenden zur Besprechung der graphischen Darstellung dieser Verhältnisse.

A. Einfluß der einzelnen Elemente auf die Größe des optischen Achsenwinkels.

Nehmen wir das oben schon erwähnte Resultat, so müßte mit steigendem Achsenwinkel eine Zunahme von K und Fe und eine Abnahme von Mg zu erwarten sein. Um die Bestätigung dieser Gesetzmäßigkeit aus der vorliegenden graphischen Darstellung zu erkennen, muß man aber wohl beachten, daß die Wirkung der drei Gruppen K, Fe, Mg durchaus nicht äquivalent zu sein braucht, und daß andererseits auch der absolute Wert der Größen K, Fe, Mg für die hervorgebrachte Aenderung des optischen Achsenwinkels insofern von Bedeutung sein kann, als eine einfache Proportionalität nicht zu bestehen braucht und die ersten eintretenden Moleküle von K, Fe oder Mg eine größere oder geringere Einwirkung auf den Achsenwinkel ausüben als die späteren. Demnach können bei steigendem Achsenwinkel sehr wohl alle drei Elementgruppen zunehmen; ja es kann ein Element, welches vergrößernd wirkt, sogar fallen, wenn dafür ein entgegengesetzt wirkendes stark abnimmt oder ein im gleichen Sinne wirkendes eine starke Zunahme zeigt.

Mit Berücksichtigung dieser Beziehungen ergiebt nun die Betrachtung der Kurven für die Glimmer II. Art, welche weniger kompliziert sind, Folgendes (Fig. 4—8):

Wenn wir die Kurven im einzelnen betrachten, so scheint es mit der gesetzmäßigen Beziehung zwischen dem optischen Achsenwinkel und den wesentlich wirksamen Elementgruppen recht schlecht bestellt zu sein, denn alle Kurven verlaufen im Zickzack. In der That beweist dies aber — nach den vorhergehenden Bemerkungen — zunächst nichts gegen das Bestehen eines gesetzmäßigen Zusammenhanges, nur ist derselbe nicht so einfach, wie man geneigt ist anzunehmen (vergl. S. 599 ff.). Werfen wir einen Blick auf die Kurve für K_2O (Fig. 4), so begegnen wir sogleich einer bemerkenswerten Erscheinung: wir finden eine auffällige Unstetigkeit der Kurve da, wo die Achsenwinkel der Zinnwaldite und eines Chromglimmers[1]) eingetragen sind; dasselbe erkennen wir auch an der Kurve für Fluor (Fig. 5) und dementsprechend an der Kurve für $K_2O + Fl$ (Fig. 8). Das Gemeinsame in dem unregelmäßigen Verlauf dieser

1) Lage der optischen Achsenebene nach Hintze Handbuch d. Min., Leipzig 1897, Bd. II, S. 626, Analyse LXXVI, wahrscheinlich II. Art wegen der starken geneigten Dispersion.

drei Kurven ist aber ein übermäßig starkes Anwachsen des K_2O + Fl-Gehaltes gegenüber den Werten des scheinbaren Achsenwinkels. Betrachten wir zugleich auch die Kurve für MgO (Fig. 7), so zeigt sich gleichfalls an der Stelle, wo Zinnwaldite und Chromglimmer stehen, die stärkste Unstetigkeit: ein neuer Beweis für das anomale Verhalten dieser beiden Glimmerarten gegenüber den anderen Glimmern II. Art. Hieraus und sicherer noch aus den später zu betrachtenden Figuren (14a—14c)

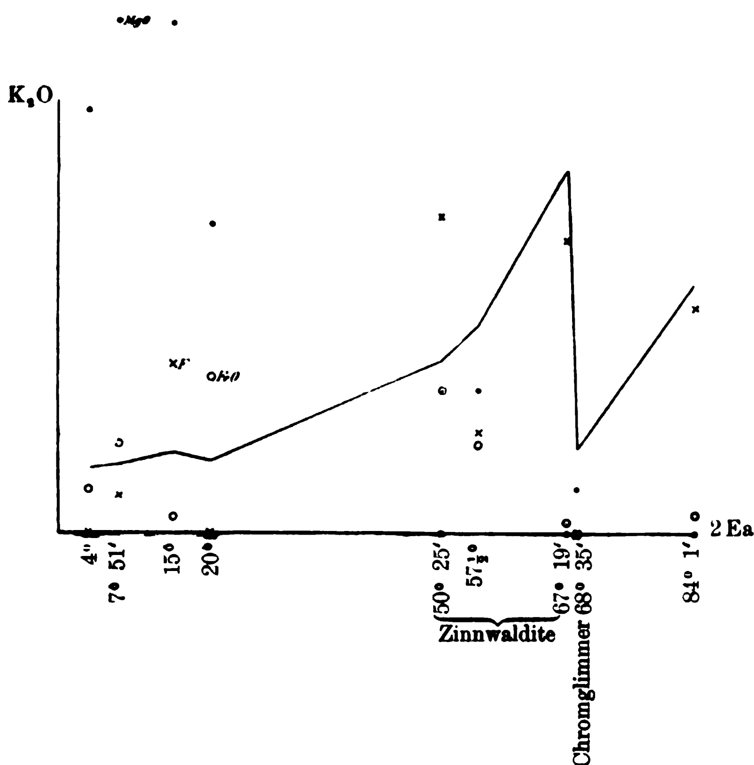


Fig. 4. Glimmer II. Art: Beziehung zwischen K_2O-Gehalt und optischem Achsenwinkel.

läßt sich schließen, daß Zinnwaldite und Chromglimmer überhaupt nicht in die Reihe der übrigen Glimmer II. Art hineingehören und daher auch vorläufig von der näheren Betrachtung auszuschließen sind.

Verfolgen wir jetzt den Verlauf der einzelnen Kurven, so gelangen wir zu nachstehenden Resultaten:

1) Der Kaligehalt (Fig. 4) steigt mit wachsendem Achsenwinkel, jedoch zwischen 15° und 20° fällt er wieder. Ganz

ebenso steht es mit dem Fluorgehalt (Fig. 5), nur sinkt derselbe zwischen 15° und 20° noch stärker. Dementsprechend verhält es sich natürlich mit dem Gehalt an K_2O + Fl (Fig. 8) in derselben Weise.

2) Mit dem MgO-Gehalt (Fig. 7) nimmt der optische Achsenwinkel dagegen ab. Wir finden die niedrigsten Werte desselben bei hohem Magnesiagehalt und umgekehrt. In dem

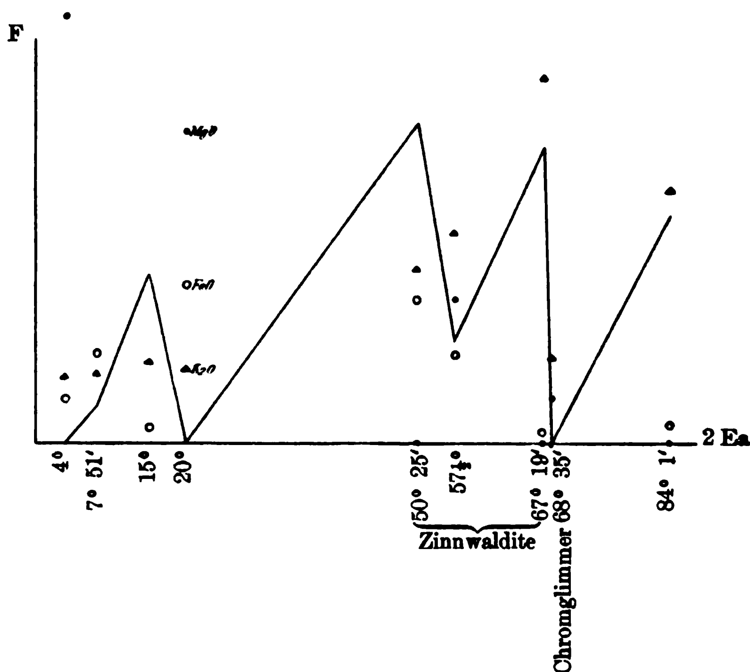


Fig. 5. Glimmer II. Art: Beziehung zwischen F-Gehalt und optischem Achsenwinkel.

Intervall 4°—7° 51' steigt die Kurve allerdings mit wachsendem Achsenwinkel, und zwischen 15° und 20° findet ein sehr starkes Fallen statt bei nur geringer Erhöhung von 2 Ea.

3) Die Kurve für Eisenoxydul (Fig. 6) zeigt abwechselnd Steigen und Fallen mit wachsendem Achsenwinkel: bald folgt sie dem Kalium und Fluor, bald verläuft sie im entgegengesetzten Sinne.

Gerade die zuletzt besprochene Kurve für FeO zeigt, daß wir ohne die gleichzeitige Berücksichtigung aller Kurven zusammen zu keinem Resultat gelangen werden.

Vergleichen wir daher zunächst die Kurven für K_2O + Fl und MgO (Fig. 8 u. 7), so erkennen wir an der Stelle, wo K_2O + Fl stark fallen, eine noch stärkere Abnahme der

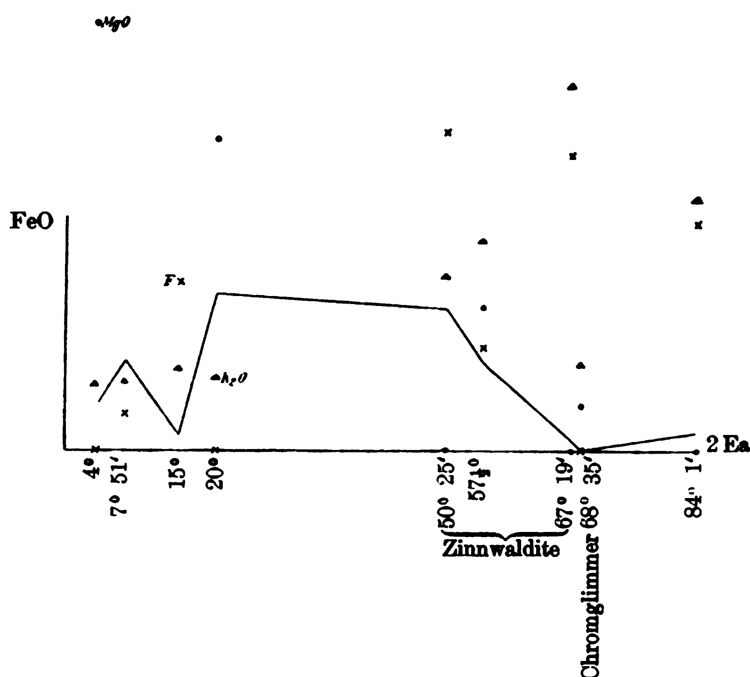


Fig. 6. Glimmer II. Art: Beziehung zwischen FeO-Gehalt und optischem Achsenwinkel.

Magnesia, während der optische Achsenwinkel sich um ein Geringes vergrößert hat — von 15° bis 20°. Wir erblicken hierin nur die Bestätigung der im übrigen geltenden Beziehung, daß der optische Achsenwinkel dem Gehalt an K_2O + Fl proportional, dem Gehalt an MgO dagegen umgekehrt proportional ist, indem wir die Vergrößerung von 2 Ea trotz des Fallens beider Kurven der stärkeren Wirksamkeit der Magnesia gegenüber dem Kali zuschreiben.

Wenn nun zwischen 4° und 7° 51′ K_2O + Fl zwar steigt, dafür aber auch der Magnesiagehalt zunimmt, so läßt sich wohl schließen, daß FeO, welches beträchtlich zunimmt, die Vergrößerung des Achsenwinkels bedingte. Andererseits, wenn zwischen 7° 51′ und 15° K_2O + Fl sehr stark wachsen und dazu MgO noch abnimmt, so ist die nur geringe Zunahme des

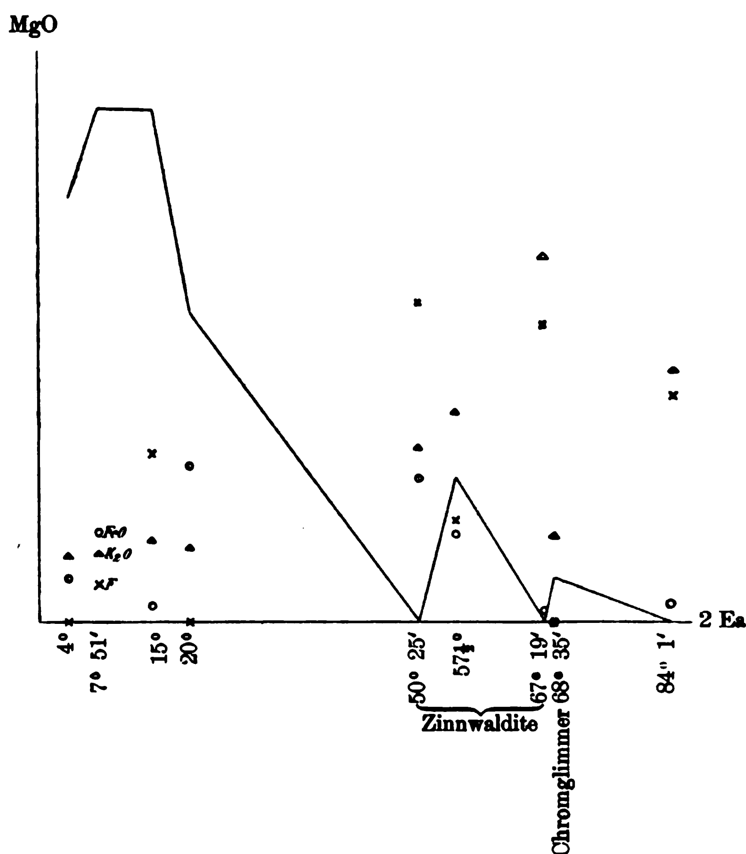


Fig. 7. Glimmer II. Art: Beziehung zwischen MgO-Gehalt und optischem Achsenwinkel.

Achsenwinkels wohl auf Rechnung der Abnahme des FeO-Gehaltes zu schreiben, d. h. der optische Achsenwinkel wächst proportional dem FeO-Gehalt und sinkt daher, wenn dieser abnimmt. Fernerhin bemerken wir, daß zwischen 15° und 20° FeO stark wächst. Vorher, bei der Vergleichung von K_2O + Fl und MgO allein, welche ja beide fallen, haben wir die trotzdem stattfindende Vergrößerung des optischen Achsenwinkels einer

stärkeren Wirksamkeit des MgO zugeschrieben, — jetzt erkennen wir aber, daß es wohl hauptsächlich der wachsende Eisenoxydulgehalt ist, welcher den Achsenwinkel vergrößert.

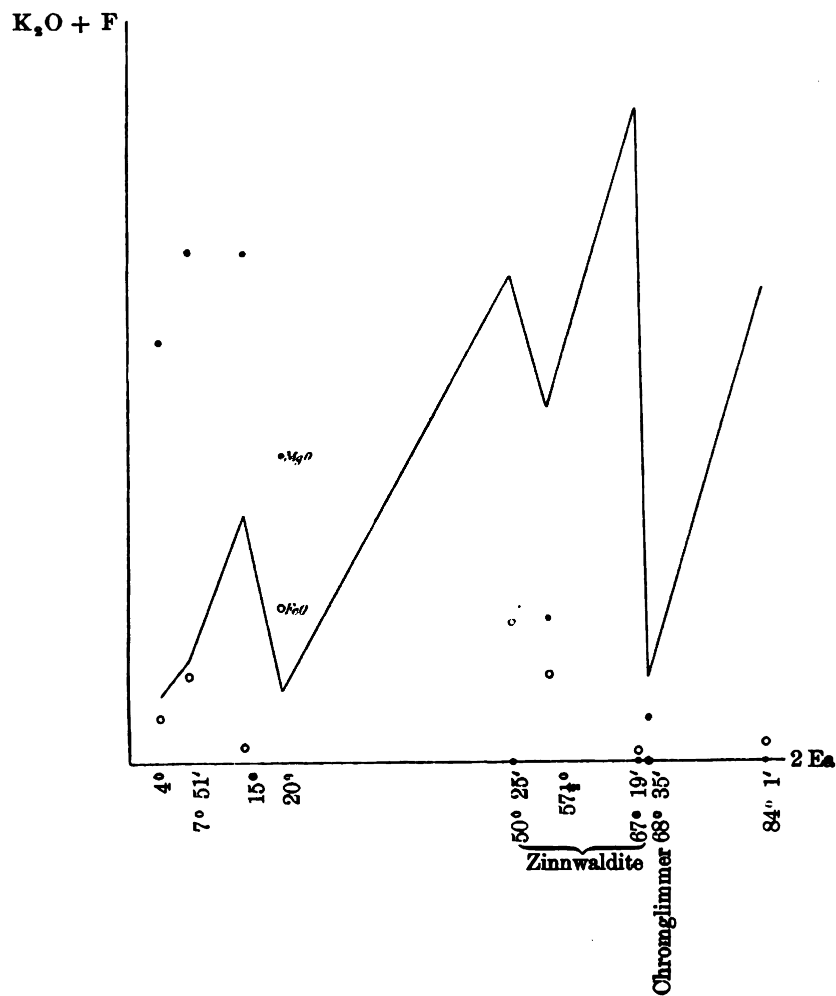


Fig. 8. Glimmer II. Art: Beziehung zwischen (K_2O + F)-Gehalt und optischem Achsenwinkel.

Betrachten wir endlich noch den Glimmer mit dem höchsten Achsenwinkel (84° 1′), so zeigt sich deutlich, daß dieser seinen großen Achsenwinkel dem hohen Gehalt an K_2O + Fl und dem Fehlen von MgO verdankt.

Aus alledem ergiebt sich also das Resultat, daß *der optische Achsenwinkel proportional dem Gehalt an K_2O + Fl sowie FeO, aber umgekehrt propor-portional dem Gehalt an MgO zunimmt.*

Wir wenden uns nun zu den Kurven für die *Glimmer I. Art* (Fig. 9—13).

Aus der Betrachtung der einzelnen Kurven können wir hier nur das eine ersehen, daß zu keinem der Elemente, für sich ge-

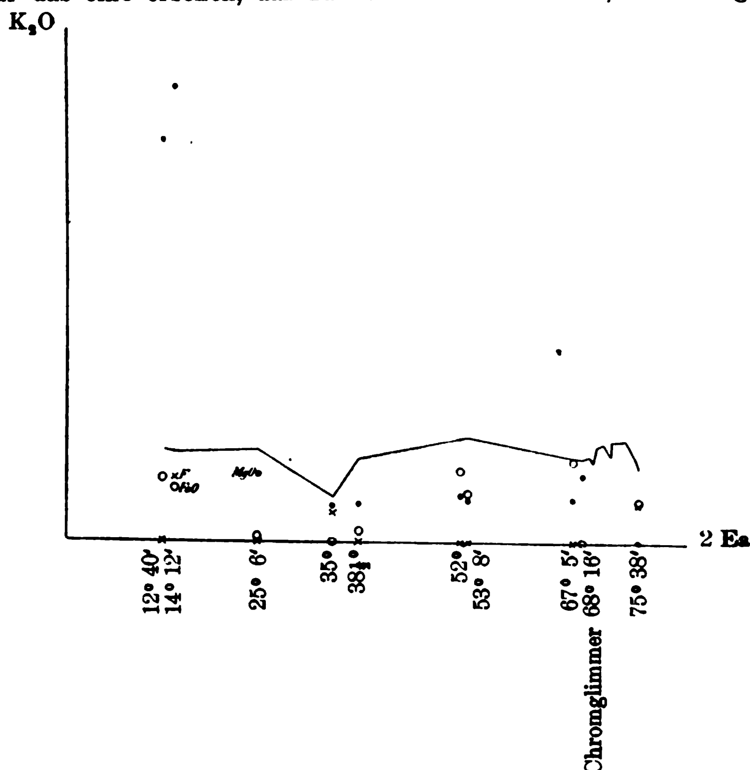


Fig. 9. *Glimmer I. Art*: Beziehung zwischen K_2O-Gehalt und optischem Achsenwinkel.

nommen, der optische Achsenwinkel in deutlich zu erkennender gesetzmäßiger Beziehung steht: ausgenommen vielleicht die *Kurve der Magnesia*, welche uns den ersten Anhaltspunkt in dieser Richtung giebt. Wir erkennen an dieser Kurve (Fig. 12), daß auch bei den Glimmern I. Art der optische Achsenwinkel *umgekehrt proportional dem MgO-Gehalt zunimmt.* Daher ist es wohl naheliegend, anzunehmen, daß auch zum K_2O + Fl-Gehalt und zu FeO der Achsenwinkel in der-

selben Beziehung steht, wie bei den Glimmern II. Art, und daraufhin die Kurven aller Elemente zu vergleichen:

Zwischen 12° 40′ und 14° 12′ steigt K_2O + Fl stark, aber FeO fällt, und MgO wächst.

Dies beweist aber nichts gegen die Annahme, daß mit FeO der Achsenwinkel steigt und mit MgO fällt, denn es kann ja der Einfluß von K_2O + Fl oder vielmehr von Fl allein (da K_2O

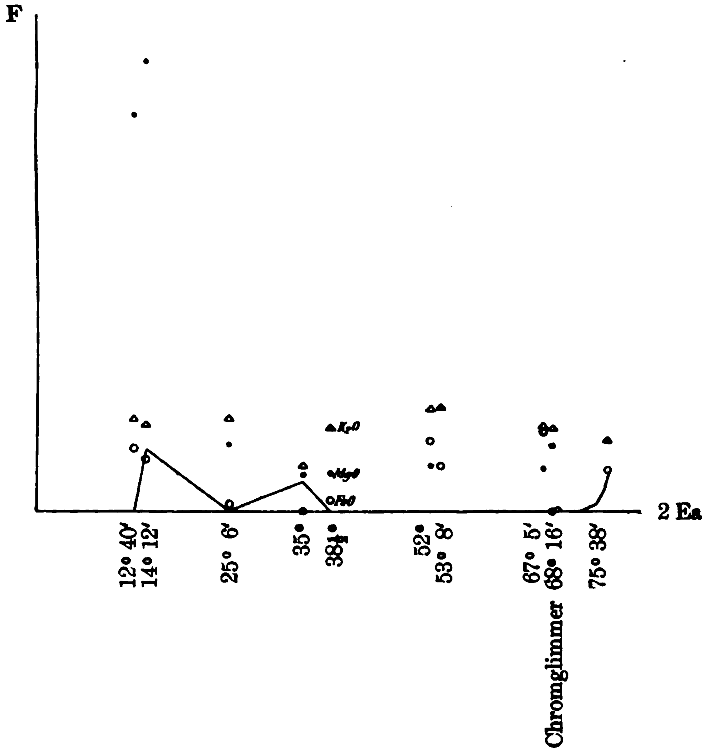


Fig. 10. Glimmer I. Art: Beziehung zwischen F-Gehalt und optischem Achsenwinkel.

selbst etwas sinkt) so stark sein, daß die entgegengesetzte Wirkung von MgO und dem fallenden FeO übertroffen wird.

Während der Achsenwinkel von 14° 12′ bis 25° 6′ zunimmt, fallen K_2O + Fl und FeO. Wenn trotzdem der Achsenwinkel vergrößert wird, so liegt dies an der auffallend starken Abnahme des MgO-Gehaltes; auch von 25° 6′ bis 35° fallen K_2O + Fl und FeO, aber es fällt auch MgO beträchtlich: daher kann wohl 2Ea immer noch steigen, weil MgO stärker wirkt, oder aber, wie vorher, weil das steigende Fl trotz

fallenden K_2O und FeO den Achsenwinkel vergrößert. Von 35°—38½° steigen K_2O + Fl und FeO und fast unmerklich auch MgO, ebenso von 38½°—53° 8′: daraus erkennen wir wiederum die Bestätigung der oben gemachten Erfahrung, daß K_2O + Fl und FeO den Achsenwinkel vergrößern.

Von 53° 8′ an bis zum höchsten Wert des Achsenwinkels bei 75° 38′ werden die Kurven sehr unstetig, doch läßt der allgemeine Verlauf der K_2O + Fl- und der MgO-Kurve wohl

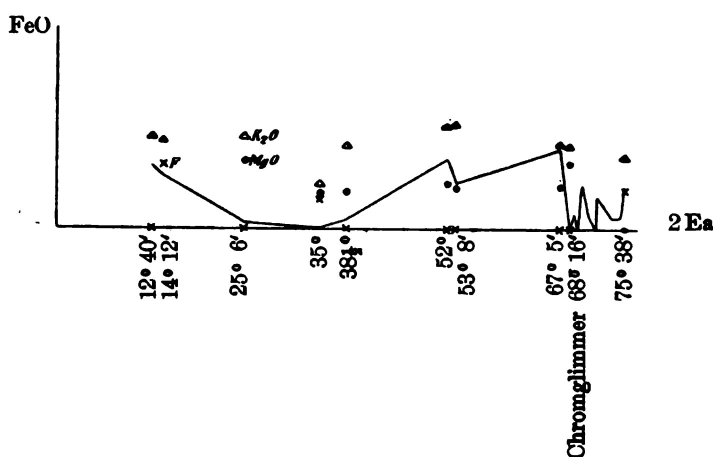


Fig. 11. Glimmer I. Art: Beziehung zwischen FeO-Gehalt und optischem Achsenwinkel.

noch deutlich erkennen, was wir im übrigen schon konstatiert haben: daß auch bei den Glimmern I. Art der optische Achsenwinkel proportional dem Gehalt an K_2O + Fl sowie FeO und umgekehrt proportional dem Gehalt an MgO zunimmt.

Die Wirkung des Eisenoxyduls auf die Aenderung des optischen Achsenwinkels wurde schon von Tschermak[1]) hervor-

1) Sitzber. d. K. K. Akad. d. Wiss., II. Abt., Bd. LXXVI, Juli 1877, S. 47.

gehoben. TSCHERMAK giebt nachfolgende Uebersicht der Glimmergruppe, wo + f Zunahme und — f Abnahme des Eisenoxyduls mit steigendem Achsenwinkel bedeutet:

I. Art.	II. Art.
Anomit + f	Meroxen — f
Lepidolith	Lepidomelan
Muscovit + f	Phlogopit — f
Paragonit	Zinnwaldit + f

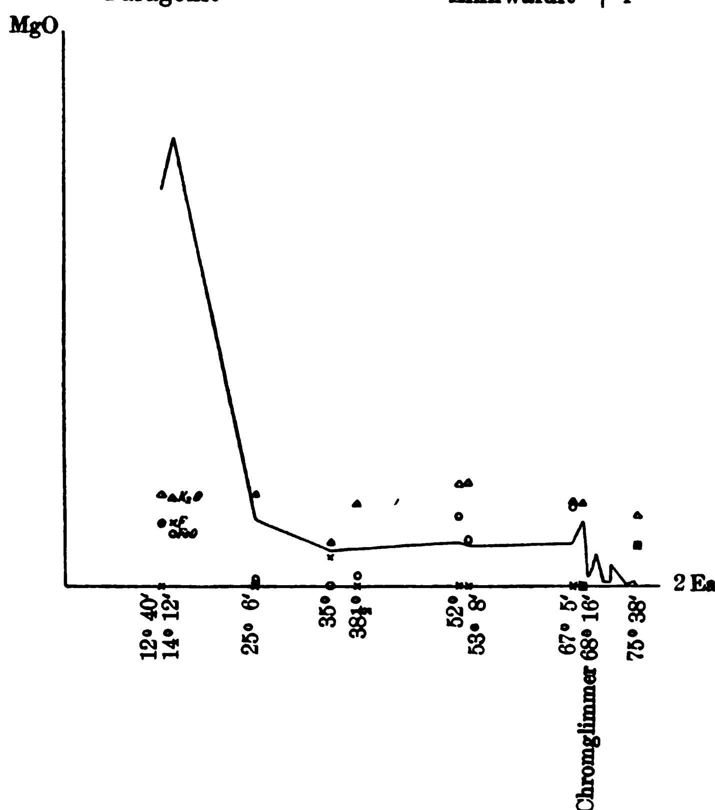


Fig. 12. Glimmer I. Art: Beziehung zwischen MgO-Gehalt und optischem Achsenwinkel.

Wir ersehen daraus für Glimmer I. Art dasselbe Resultat, wie es die oben besprochenen Kurven ergeben, — das entgegengesetzte bei Glimmern II. Art, ausgenommen den Zinnwaldit. Man darf aber aus der Betrachtung des Eisenoxydulgehalts allein nicht auf die entgegengesetzte Wirkung desselben schließen, da es doch unwahrscheinlich ist, daß alle anderen Elemente wirkungslos sind.

B. Der optische Achsenwinkel als Funktion der chemischen Zusammensetzung der Glimmer.

Was zunächst die Ausführung der oben (S. 589 ff.) beschriebenen graphischen Darstellung anbetrifft, so wurden die Glimmer I. Art, II. Art und solche mit kleinen Winkeln ohne bestimmte Angabe und mit fraglicher Orientierung der Achsenebene getrennt in Fig. 14a—14c dargestellt. Bei den letztgenannten Glimmern ist die Kurve der Glimmer II. Art

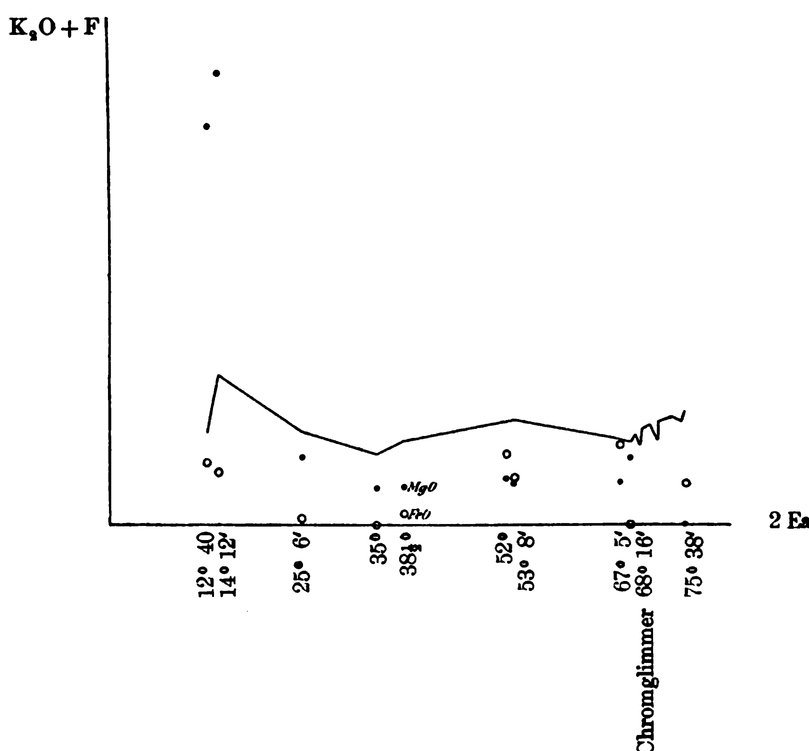


Fig. 13. Glimmer I. Art: Beziehung zwischen (K_2O + F)-Gehalt und optischem Achsenwinkel.

eingezeichnet, da sie mit diesen wohl zumeist übereinstimmen dürften. In den Figuren steht die K-Fe-Linie vertikal, so daß die Analysenpunkte mit abnehmendem MgO- und wachsendem K_2O-FeO-Gehalt von links nach rechts vorrücken. Ueber dem Dreieck erscheinen auf der horizontalen Linie die Vertikalprojektionen der Analysenpunkte, deren Abscissen, von der Mg-

Ecke aus, gemessen $= {}^3/_2 \frac{K + Fe}{K + Fe + Mg}$ sind. Senkrecht dazu auf der Ordinate sind die scheinbaren optischen Achsenwinkel aufgetragen und durch eine Kurve verbunden, welche somit den scheinbaren optischen Achsenwinkel 2 Ea als Funktion jenes Quotienten darstellt.

Von einer graphischen Darstellung der Abhängigkeit der gemessenen Achsenwinkel von der chemischen Zusammensetzung wird man aber — welcher Art sie auch sei — eine vollkommene Regelmäßigkeit nicht erwarten dürfen, sie wird vielmehr ein nur angenähert richtiges Bild der thatsächlichen Verhältnisse geben können: denn Glimmerkrystalle sind fast immer mechanisch und optisch wie auch chemisch inhomogen[1]. Bei den in der Litteratur vorliegenden Daten wird darauf aber zumeist nicht genügend Rücksicht genommen: man analysiert eine größere Menge von Krystallen oder einen großen Glimmerkrystall, bestimmt aber oft nur an einem einzigen Spaltplättchen die optischen Konstanten. Nur dann aber könnte eine vollkommene Uebereinstimmung der Theorie mit den Beobachtungsresultaten stattfinden, wenn die so gemessenen Achsenwinkel etc. dem analysierten Material wirklich an allen Stellen entsprechen würden. Wenn wir diesen Mangel vieler Beobachtungen berücksichtigen, so ergeben sich aus der graphischen Darstellung (Fig. 14a—14c) folgende Resultate:

1) Im allgemeinen nähern sich bei allen Glimmern die Analysenpunkte innerhalb des Dreiecks der K-Fe-Linie mit steigendem Achsenwinkel. In welchem Verhältnis die Achsenwinkel mit wachsender Annäherung an die K-Fe-Linie steigen, zeigt das „Vertikalbild" über dem Dreieck. Da die hier von der Mg-Ecke aus abgetragenen Abscissen $= {}^3/_2 \frac{K + Fe}{K + Fe + Mg}$ sind, so ergiebt sich als allgemeiner analytischer Ausdruck für die Abhängigkeit des scheinbaren optischen Achsenwinkels 2 Ea von der chemischen Zusammensetzung:

$$2\,Ea = f\left\{\frac{K + Fe}{K + Fe + Mg}\right\}.$$

Damit dürfen wir uns wohl begnügen, da unsere Daten ja nur angenäherte Richtigkeit haben.

1) Ganz abgesehen von den Einschlüssen, die oft mit dem Glimmer zusammen analysiert werden.

2) Die Vergleichung der Kurven für Glimmer I. und II. Art zeigt, daß bei nahezu gleichem Verhältnis $\frac{K + Fe}{K + Fe + Mg}$

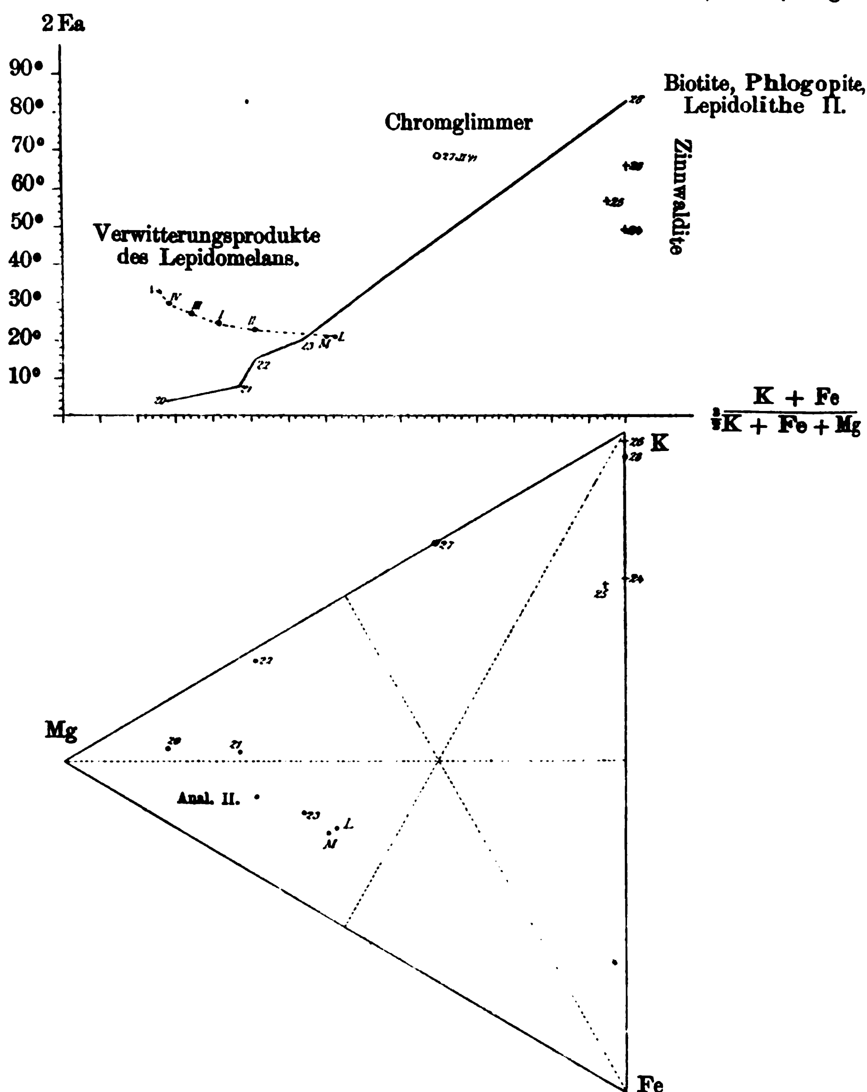


Fig. 14a. Glimmer II. Art: Abhängigkeit des optischen Achsenwinkels von der chemischen Zusammensetzung.

die Achsenwinkel auch annähernd gleiche Werte haben: die Lage der optischen Achsen ist durch dieses Verhältnis d. h. durch die wesentlichen Bestandteile der chemischen Zu-

sammensetzung somit **nicht bestimmt**. Wir bedürfen also zur Erklärung der wechselnden Lage der optischen Achsenebene einer anderen, nicht in chemischer Verschiedenheit beruhenden

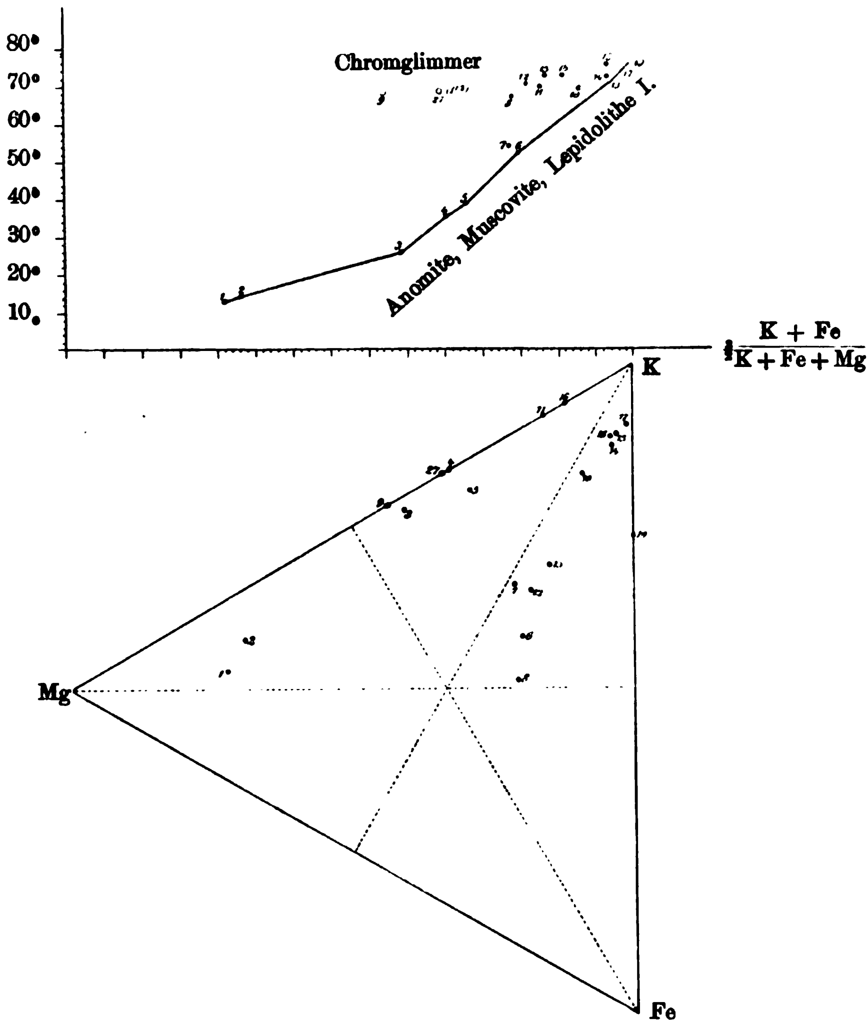


Fig. 14b. Glimmer I. Art: Abhängigkeit des optischen Achsenwinkels von der chemischen Zusammensetzung.

Ursache, und ich nehme daher an, daß die Glimmer I. und II. Art sich verhalten wie zwei Reihen **dimorpher Verbindungen**.

3) Unter den Glimmern II. Art zeigen die Zinnwaldite[1]) so starke Abweichungen im Achsenwinkel, daß ihre

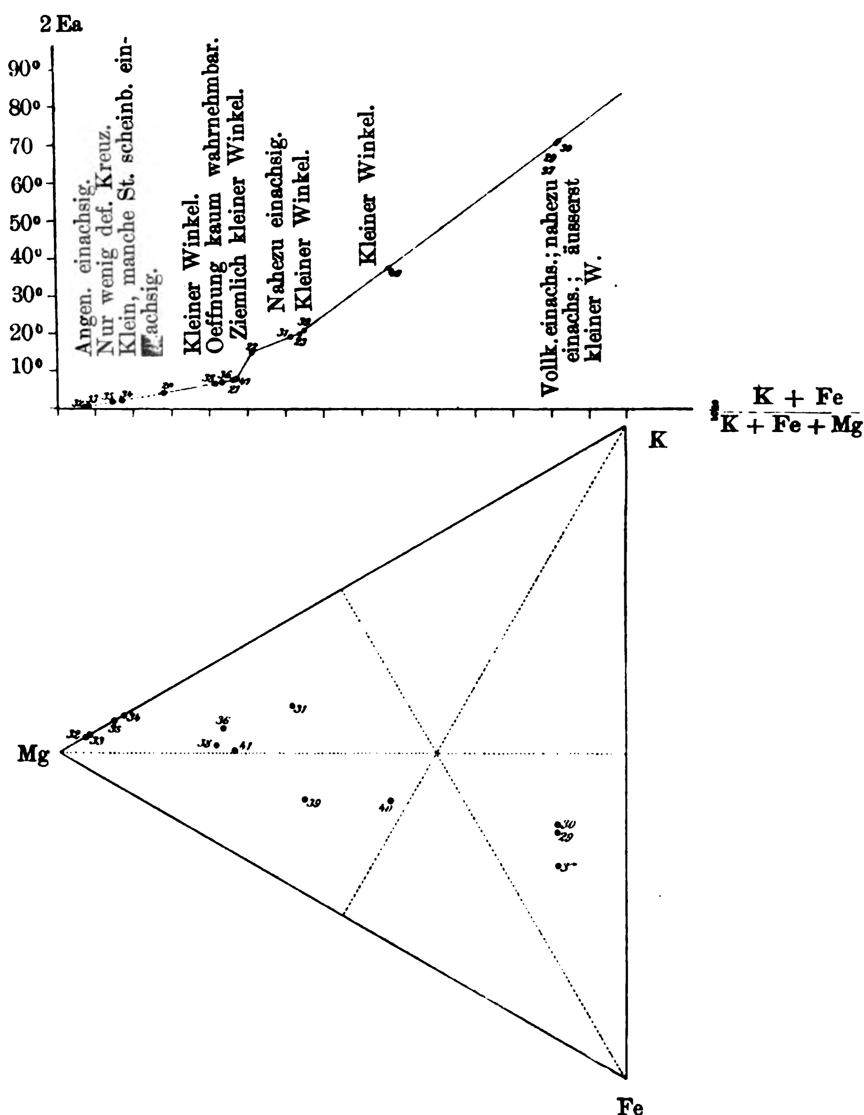


Fig. 14c. Glimmer mit kleinem Achsenwinkel: Abhängigkeit des optischen Achsenwinkels von der chemischen Zusammensetzung.

Zugehörigkeit zur Reihe der Biotite, Phlogopite und Lepidolithe zweiter Art wohl ausgeschlossen erscheint. Da nun der Zinn-

1) Vergl. Fig. 14 a.

waldit nach den Beobachtungen von BAUMHAUER[1]) und WILK[2]) auch Aetzfiguren zeigt, die wesentlich verschieden sind von denen des Biotits und Muscovits, und zwar von triklinem Charakter, so dürfte die Annahme, daß der Zinnwaldit triklin krystallisiert, das abweichende optische Verhalten am einfachsten erklären.

4) In der Darstellung der Glimmer mit kleinem Achsenwinkel und fraglicher Lage der optischen Achsenebene wurden die Analysenpunkte auf die Kurve der Glimmer II. Art, zu denen sie wohl meist zu rechnen sind, projiziert.

Entsprechend den allerdings unbestimmten Angaben über die Größe des Achsenwinkels nehmen auch diese Glimmer im allgemeinen die von der Theorie verlangte Stellung ein (Fig. 14c).

Ausgenommen sind jedoch drei Glimmer (No. 29, 30, 37 auf Fig. 14c), welche sehr hohen Achsenwinkel haben müßten und dennoch als fast einachsig beschrieben sind. Was zunächst das abnorme Verhalten des Glimmers No. 37 — veränderter „Siderophyllit", Colorado — anbetrifft, so findet es vielleicht seine Erklärung darin, daß dieser an Magnesia arme Glimmer kein eigentlicher Biotit, sondern ein schon mehr dem Zinnwaldit genäherter Eisenglimmer ist. Diese Annahme gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn man das Verhalten von No. 29 — „Protolithionit" von Eibenstock — in Betracht zieht.

Dieser von SANDBERGER[3]) in genetische Beziehung zum Zinnwaldit gebrachte Glimmer wird von SCHRÖDER[4]) zwischen TSCHERMAK's Anomite und Zinnwaldite oder zu den Lithion-Eisenglimmern von Rammelsberg gestellt. Auch in unserer graphischen Darstellung zeigt er ein dem Zinnwaldit entsprechendes Verhalten (vergl. S. 612), d. h. der optische Achsenwinkel befolgt nicht die Gesetzmäßigkeit der übrigen Glimmer II. Art. Wenn endlich noch der zum „Haughtonit" (Heddle) gehörige schottische Glimmer No. 30 der Erklärung seines abnormen Verhaltens bedarf, so steht wohl auch für diesen Glimmer der

1) Neues Jahrb. f. Min. etc., 1876, S. 1.

2) GROTH's Zeitschr., Bd. VII, S. 187.

3) GROTH's Zeitschr., Bd. XIII, S. 409: Zinnwaldit entsteht aus Protolithionit durch Zersetzung desselben.

4) Erläut. Sekt. Eibenstock, Bl. 145, 1884, S. 6.

Annahme nichts im Wege, daß er ebenso wie die beiden vorigen zu den magnesiumarmen Eisenglimmern gehört und daher das optische Verhalten des Zinnwaldits zeigt.

5) Wenn sich am Ende der Kurve für Glimmer I. Art die Abweichungen häufen, so kann dies keine wesentliche Bedeutung haben, da einerseits die Kurve ja eine willkürliche Verbindung bestimmter Punkte darstellt und daher vielen Werten noch näher gebracht werden könnte, und da andererseits solche Abweichungen bei der Inhomogenität des untersuchten Materials von vornherein zu erwarten sind.

Dagegen stehen zwei *Chromglimmer* weitab von den übrigen Glimmern, und einer von ihnen mit fraglicher Lage der Achsenebene würde auch in die Kurve der Glimmer zweiter Art nicht passen [1]). Daraus scheint nun hervorzugehen, daß die Chromglimmer außerhalb der Reihe der übrigen Glimmer I. oder II. Art stehen, d. h. von diesen, gleich dem Zinnwaldit, *krystallographisch verschieden* sind.

Aus den oben besprochenen Beziehungen zwischen dem optischen Verhalten und der chemischen Zusammensetzung ergeben sich aber auch Gesichtspunkte für die naturgemäße *Systematik der Glimmergruppe*, deren Durchführung freilich die Berücksichtigung aller geometrischen und physikalischen Eigenschaften dieser Mineralien erfordern würde. Indem ich hiervon Abstand nehme, gebe ich nachstehend die aus meinen Untersuchungen folgende Gliederung der Glimmergruppe:

I. Monokline Glimmer.

Reihe der Glimmer erster Art	Chemische Zusammensetzung	Reihe der Glimmer zweiter Art
Anomit	Magnesia-Eisenglimmer	Lepidomelan Meroxen Phlogopit
Muscovit Paragonit Lepidolith	Alkaliglimmer	Lepidolith

II. Trikline Glimmer.

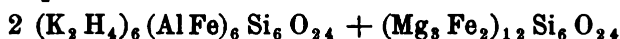
Reihe der Glimmer erster Art	Chemische Zusammensetzung	Reihe der Glimmer zweiter Art
	Eisenglimmer (Eisenmagnesiaglimmer)	Zinnwaldit

1) Vergl. Fig. 14b.

Die Chromglimmer gehören zu keiner dieser beiden Gruppen von Glimmern, doch dürfte ihre Zugehörigkeit zu den eigentlichen Glimmermineralien wohl kaum zweifelhaft sein.

III. Zusammenhang zwischen chemischer Zusammensetzung und optischem Achsenwinkel bei den Verwitterungsprodukten des Magnesiaglimmers.

Es entsteht nunmehr die Frage, welche Stellung dem frischesten Glimmer des von Müller und von mir untersuchten Vorkommens in der graphischen Darstellung der Glimmer zweiter Art zukommt, und ob der theoretisch anzunehmende frische Lepidomelan



$$2\,(K_2H_4)_6\,(Al\,Fe)_6\,Si_6\,O_{24} + (Mg_3\,Fe_2)_{12}\,Si_6\,O_{24}$$

in die Reihe der Glimmer zweiter Art hineinpaßt. Außerdem dürfte es auch von Interesse sein, die Abhängigkeit des optischen Achsenwinkels von der chemischen Zusammensetzung der gesamten Reihe des frischen und durch die Verwitterung gebleichten Lepidomelans in derselben Weise graphisch darzustellen. Daher gebe ich zunächst in nachstehender Tabelle die Werte für Mg, Fe, K und f, k, nach steigendem Achsenwinkel geordnet, an:

Mg = MgO + CaO	Fe = FeO	K = K_2O + Na_2O	f = $\frac{Fe-Mg}{K+Fe+Mg}$	k = $\frac{K-Mg}{K+Fe+Mg}$	Scheinbarer Achsenwinkel in Luft	Analyse No.
22,666	14,854	5,234	— 18,280	— 40,780	?	Analyse von Müller
33,377	11,216	6,035	— 43,772	— 54,019	22° 43′	II
30,955	7,448	4,573	— 54,698	— 61,389	24° 24′	I
33,320	5,808	4,116	— 63,620	— 67,532	28° 24′	III
36,882	5,125	3,504	— 69,778	— 73,003	29° 36′	IV
36,289	5,127	2,393	— 70,986	— 77,215	33° 12′	V
33,808	5,053	2,573	— 69,402	— 75,386	34° 25′	VI
25,981	17,381	7,242	— 16,995	— 37,032	?	frischer Lepidomelan

In der That stellt sich nun durch die graphische Darstellung eine gesetzmäßige Beziehung zwischen dem optischen Achsenwinkel und der chemischen Zusammensetzung des frischen Lepidomelans und seiner Verwitterungsprodukte heraus, und es ergiebt die Betrachtung der Fig. 15 und 14a folgende Resultate:

1) Aus Fig. 15 ist ersichtlich, daß die Analysenpunkte innerhalb des Dreiecks sich in einer anfangs unmerklich gekrümmten Kurve anordnen, die dann im Punkt IV nach der

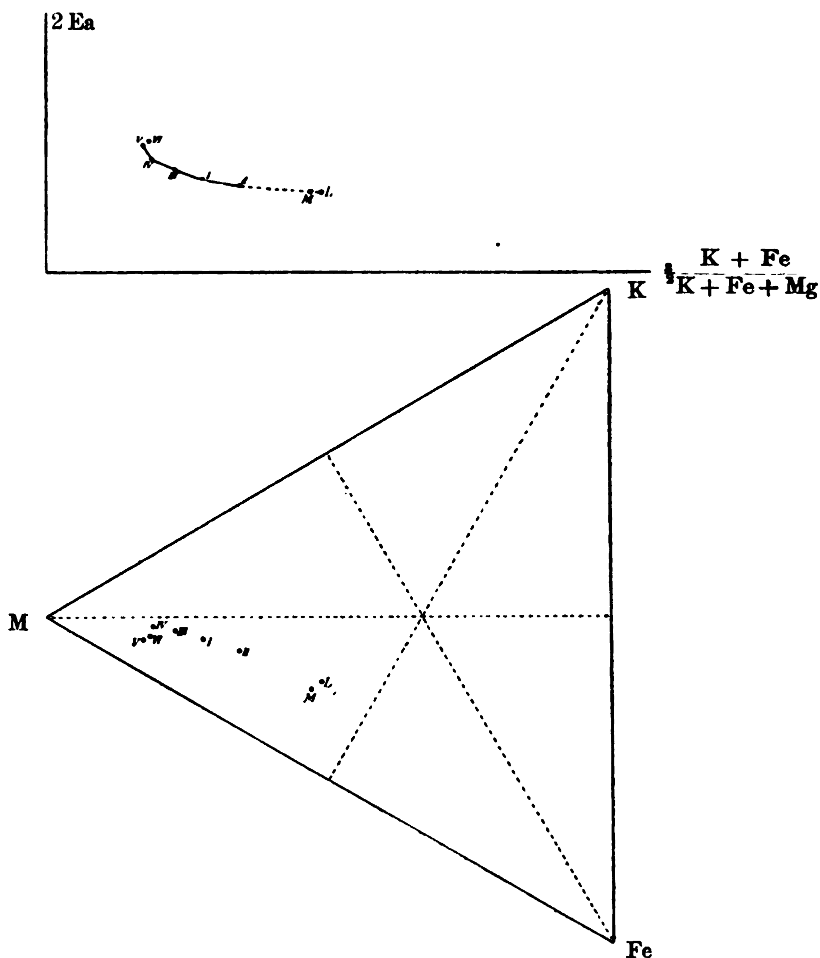


Fig. 15. Lepidomelan vom Schneidemüllerskopf und dessen Verwitterungsprodukte: Abhängigkeit des optischen Achsenwinkels von der chemischen Zusammensetzung.

Mg-Fe-Linie des Dreiecks hin scharf umbiegt. Dies bedeutet aber folgendes: Bei fortschreitender Verwitterung nehmen die Werte:

$$f = \frac{Fe-Mg}{K + Fe + Mg} \text{ und } k = \frac{K-Mg}{K + Fe + Mg}$$

ab. In welcher Weise die Abnahme erfolgt, zeigt nachstehende Tabelle für die Differenzen der Werte f und k:

Analyse No.	Differenzen der Werte f.	Differenz der Werte k.
frischer Lepidomelan		
	+ 1,285	+ 3,748
Analyse von MÜLLER		
	+ 25,492	+ 14,000
II		
	+ 10,926	+ 7,370
I		
	+ 8,922	+ 6,143
III		
	+ 6,158	+ 5,471
IV		
	+ 1,208	+ 4,212
V		
	— 1,584	— 1,829
VI		

Die Tabelle zeigt, daß im allgemeinen beim Beginn der Verwitterung die Abnahme der Werte f schneller erfolgt als die Abnahme der Werte k, während am Ende des Prozesses k stärker abnimmt als f. Mit anderen Worten: Anfangs tritt bei der Verwitterung das Eisenoxydul schneller aus, gegen das Ende des Prozesses das Kali. Unregelmäßiges Verhalten zeigen nur die Analysenpunkte der MÜLLER'schen Analyse und meiner Analyse VI. Zu letzterer war leider nicht genügend Material zu erhalten, alle Bestimmungen sind an einem Minimum von Substanz ausgeführt und daher weniger zuverlässig als die der übrigen Analysen. Immerhin lassen die Differenzen zwischen IV und VI und auch zwischen V und VI noch deutlich erkennen daß zum Schlusse das Kali schneller abnimmt als FeO.

Vergleichen wir ferner die Quotienten

$$f : k = (Fe-Mg) : (K-Mg)$$

in nachfolgender Uebersicht bei gleicher Reihenfolge der Analysen wie oben:

Analyse No.	$\frac{f}{k} = \frac{Fe-Mg}{K-Mg}$	Analyse No.	$\frac{f}{k} = \frac{Fe-Mg}{K-Mg}$
Frischer Lepidomelan	0,459	III	0,942
Analyse von MÜLLER	0,448	IV	0,956
II	0,810	V	0,919
I	0,891	VI	0,921

so sehen wir, daß durch die Verwitterung das Verhältnis (Fe—Mg) : (K—Mg) dem Werte 1 : 1 nahegebracht wird, die Verbindungslinie der Analysenpunkte nähert sich daher asymptotisch der Höhenlinie durch die Mg-Ecke des Dreiecks.

2) Fig. 15 zeigt weiterhin, wenn man das Vertikalbild betrachtet, daß der optische Achsenwinkel der frischen und zersetzten Glimmer eine Funktion des Quotienten

$$(K + Fe) : (K + Fe + Mg)$$

ist. Er wächst aber nicht wie bei der Reihe der frischen Glimmer II. Art der optische Achsenwinkel mit zunehmenden Werten dieses Quotienten, sondern er nimmt proportional $\frac{K + Fe}{K + Fe + Mg}$ ab. Der analytische Ausdruck für diese gesetzmäßige Beziehung ist daher

$$2\,Ea = f\left\{\frac{1}{(K + Fe) : (K + Fe + Mg)}\right\}$$

oder:

$$2\,Ea = f\left\{\frac{K + Fe + Mg}{K + Fe}\right\}.$$

Wenn der Punkt No. VI außerhalb der Kurve liegt, so darf dies aus den oben schon erörterten Gründen nicht befremden, der entsprechende Analysenpunkt innerhalb des Dreiecks ist eben nicht genau genug bestimmt.

3) Da der optische Achsenwinkel des von Müller untersuchten Glimmers und des frischen Lepidomelans nicht bekannt ist, so habe ich die Kurve Fig. 15 nach ihrem wahrscheinlichen Verlauf rekonstruiert und entnehme der graphischen Darstellung die Werte

$$2\,Ea = 20^0 — 21^0 \text{ ca.}$$

für beide Glimmer. Die in Fig. 14a übertragene Kurve zeigt nun, daß der so ermittelte Näherungswert für 2 Ea in die Kurve der Glimmer II. Art wohl hineinpaßt, während mit zunehmender Zersetzung die Punkte sich immer weiter von der Kurve entfernen.

4) Durch dieses Res[illegible]at vermehren sich aber die Gründe, welche die Unregelm[illegible]keiten in dem Verlauf der Kurven für die Glimmer II. u[illegible] I. Art erklären, um einen — vielleicht um den bedeutungsvollsten: denn geringer noch als die Möglichkeit, vollkommen homogenes Material optisch und chemisch zu untersuchen, ist die Garantie für vollkommene Frische. Besonders für die Glimmer I. Art (Fig. 14b) dürfte dieser Um-

stand von Bedeutung sein und uns am besten erklären, warum am Ende der Kurve so viele Punkte zum Teil recht beträchtlich abweichen und zwar *immer nach der Seite hin, wohin bei eintretender Zersetzung die Punkte wandern.*

Resultate.

Faßt man nochmals kurz die Resultate der vorliegenden Arbeit zusammen, so ergiebt sich mit Bezug auf den *ersten Teil* der Arbeit:

1) Die Umwandlung des Magnesiaglimmers, welche man als Ausbleichung bezeichnet, ist ein Vorgang, der niemals Produkte liefert, die mit Kaliglimmer identisch sind;

2) die Bleichung beruht vielmehr zuvörderst in einer Ausscheidung des Eisenoxyds, erst späterhin in einer Ausscheidung des Eisenoxyduls;

3) neben diesen Eisenausscheidungen geht auch das Kalium verloren und wird durch Wasserstoff ersetzt; und zwar tritt anfangs Eisenoxydul, gegen das Ende des Verwitterungsprozesses Kali schneller aus der Verbindung aus;

4) mit fortschreitender Bleichung findet eine Abnahme des specifischen Gewichts statt;

5) ebenfalls mit fortschreitender Bleichung und abnehmendem specifischen Gewicht verschwindet die Absorption und der Pleochroïsmus, während damit eine Zunahme des optischen Achsenwinkels und Abnahme der Hauptbrechungsindices Hand in Hand gehen, wobei es auch vorkommen kann, daß neben den Glimmern II. Art Glimmer I. Art entstehen.

Mit Bezug auf den *zweiten Teil* aber wurden folgende Resultate erlangt:

6) Kali, Fluor und Eisenoxydul wirken vergrößernd auf den optischen Achsenwinkel, Magnesia dagegen verkleinernd. Im großen und ganzen erscheint der optische Achsenwinkel nach der Formel:

$$2\,Ea = f\left\{\frac{(K_2O + F) + FeO}{(K_2O + F) + FeO + MgO}\right\}$$

von der chemischen Zusammensetzung abhängig;

7) Zinnwaldite und Chromglimmer zeigen ein anomales Verhalten und dürften vermutlich andere Krystallstruktur besitzen

Aus dem dritten Teil endlich ersieht man folgendes:

8) Die optischen Achsenwinkel des frischen Biotits und seiner Verwitterungsprodukte stehen ebenfalls zur chemischen Zusammensetzung in gesetzmäßiger Beziehung, die sich durch die Formel:

$$2\,Ea = f\left\{\frac{(K_2O + F) + FeO + MgO}{(K_2O + F) + FeO}\right\}$$

allgemein ausdrücken läßt;

9) da dieser Ausdruck dem sub 6 genannten reciprok ist, so nimmt in der graphischen Darstellung jener gesetzmäßigen Beziehungen die Kurve für die Verwitterungsprodukte des Magnesiaglimmers entgegengesetzten Verlauf wie die Kurve für die Glimmer II. Art;

10) die Abweichungen der gemessenen Werte des Achsenwinkels von den durch die Beziehung

$$2\,Ea = f\left\{\frac{(K_2O + F) + FeO}{(K_2O + F) + FeO + MgO}\right\}$$

theoretisch ermittelten Werten sind hauptsächlich durch bereits eingetretene Verwitterung der untersuchten Glimmer zu erklären.

Jahresbericht
der
Medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft
zu Jena
für das Jahr 1898 erstattet von
F. Skutsch,
d. Z. I. Vorsitzenden.

I. Sitzungen.

Es fanden im Jahre 1898 14 Gesamtsitzungen und 13 Sitzungen der Sektion für Heilkunde statt. In den Gesamtsitzungen wurden 16 Vorträge und Demonstrationen gehalten, in der Sektion für Heilkunde 35.

A. Gesamtsitzungen.

1. Sitzung, am 14. Januar.

Herr Czapski: Ueber stereoskopische Mikroskope.

2. Sitzung, am 28. Januar.

Herr Walther: Ueber die Temperaturen von Sand und Felsen in der Wüste.

3. Sitzung, am 11. Februar.

Herr Binswanger: Cirkulation im Schädelinneren.
„ Fürbringer: Demonstration von Schmetterlingen.

4. Sitzung, am 25. Februar.

Herr K. K. Müller: Aus den Akten der 1793 gegründeten Naturforschenden Gesellschaft zu Jena.

5. Sitzung, am 6. Mai.

Herr Biedermann: Zur Physiologie der Verdauung.

6. Sitzung, am 20. Mai.

Herr Linck: Ueber Meteorsteine.

7. Sitzung, am 10. Juni.

Herr Haeckel: Ueber Rädertiere und Radlarven.

8. Sitzung, am 1. Juli.

Herr Braus: Die Extremitätentheorie.

9. Sitzung, am 15. Juli.

Herr Straubel: Zeeman'sches Phänomen.
„ Steuer: Einige Muschelkalk-Ammoniten.

10. Sitzung, am 29. Juli.

Herr Winkler: Ueber Doppelsterne.

11. Sitzung, am 4. November.

Herr Biedermann: Ueber Celluloseverdauung.

12. Sitzung, am 18. November.

Herr Haeckel: Ueber die Primaten-Ahnen des Menschen.

13. Sitzung, am 2. Dezember.

Herr Zsigmondy: Ueber wäßrige Lösungen metallischen Goldes.

14. Sitzung, am 16. Dezember.

Herr Duden: Ueber einige Erscheinungen aus dem Gebiete der Elektrochemie.

B. Sitzungen der Sektion für Heilkunde.

1. Sitzung, am 6. Januar.

Herr Graf: Demonstration zweier Fälle von Darmtumoren mit Ileus.
„ Schudt: Demonstrationen: Darmcarcinom; Stenosen im Dünndarm.
„ Strubell: Ueber lokalen Scharlach.

2. Sitzung, am 20. Januar.

Herr Gumprecht: Heftpflasterkompressionsverband hydropischer Stichstellen.
„ Riedel: Ueber subphrenische Abscesse.
„ Falk: Wiederholte Laparotomie bei Extrauterinschwangerschaft.

3. Sitzung, am 3. Februar.

Herr Schultze: Axendrehung des Uterus.
„ Wagenmann: Demonstrationen: Metastatisches Carcinom der Ader- bezw. Netzhaut; Keratoconus; exstirpierter Cysticercus des Auges.
„ Marquardsen: Todesfall nach Ekzem.

4. Sitzung, am 3. März.

Herr Hertel: Augenmuskellähmungen.
„ Strubell: Diabetes insipidus.

5. Sitzung, am 12. Mai.

Herr Gärtner: Die Aerztevereine in Thüringen.

6. Sitzung, am 18. Mai.

Herr BINSWANGER: Haematomyelie.
„ STRUBELL: Seltene Masernkomplikation.
„ GUMPRECHT: Die Jodreaktion im Sperma.

7. Sitzung, am 17. Juni.

Herr WARDA: Akromegalie.
„ KRAUSE: Kleine epileptische Anfälle.
„ MATTHES: Ileus als Typhus-Komplikation.

8. Sitzung, am 7. Juli.

Herr KREHL: Progressive Paralyse im Kindesalter.
„ BINSWANGER: Krankenvorstellung.
„ WAGENMANN: Hereditäre Sehnervenatrophie.

9. Sitzung, am 22. Juli.

Herr STINTZING: Demonstration eines Falles von Milzbrand.
„ SCHULZ: Ueber krystallisiertes Eiweiß.
„ SKUTSCH: Exstirpation eines großen Lipoms der Nierenkapsel und des myomatösen Uterus.

10. Sitzung, am 27. Oktober.

Herr KÖHLER: Ueber Pemphigus acutus.
„ MATTHES: Multiples Myelom.
„ GUMPRECHT: Historisches über Hydropsbehandlung.

11. Sitzung, am 10. November.

Herr FALK: Metastase eines Ovarial-Teratoms auf dem Peritoneum.
„ BINSWANGER: Krankenvorstellung.
„ STINTZING: Krankenvorstellung.

12. Sitzung, am 24. November.

Herr HERTEL: Erkrankungen des Thränensackes.
„ SKUTSCH: a) Narkosenlähmung.
b) Hydrocele muliebris.

13. Sitzung, am 8. Dezember.

Herr HARTMANN: Krankenvorstellung.
„ KÖHLER: Krankenvorstellung.
„ ZIEHEN: Ueber Sensibilitätsprüfungen.

II. Bibliothekarischer Bericht.

Zu den Gesellschaften, Redaktionen u. s. w., mit denen die Gesellschaft im Jahre 1897 Tauschverkehr unterhielt, kamen im Jahre 1898 neu hinzu zwei:

1) Museu Paulista, S. Paulo.
2) Archives de zoologie expérimentale, Paris.

Von der unter 1) aufgeführten Anstalt wurden auch die früheren Veröffentlichungen erworben.

In 2 Fällen schweben noch die Verhandlungen über Tausch.

Der Tauschverkehr umfaßt also gegenwärtig 95 Gesellschaften und Redaktionen, da der zeitweilig unterbrochene Verkehr mit einigen Gesellschaften wieder aufgenommen wurde.

Außerdem ging eine Anzahl von periodischen Veröffentlichungen und einzelnen Schriften teils als Geschenk, teils mit der Bitte um Tausch ein, ohne daß auf letztere eingegangen werden konnte.

Die Gesellschaft spricht für alle Schenkungen ihren Dank aus. Die Eingänge wurden, den Satzungen entsprechend, der Universitätsbibliothek überwiesen.

Es stellte sich demnach im Jahre 1898 die Liste der Gesellschaften und Redaktionen, deren Veröffentlichungen die Medizinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft teils im Tauschverkehr, teils als Geschenk erhielt, folgendermaßen:

	Ort:	Name der Gesellschaft oder der Redaktion:	Schriften:
		Deutsches Reich.	
1)	Berlin	Deutsche Chemische Gesellschaft	Centralblatt.
2)	„	Medizinische Gesellschaft	Verhandlungen.
3)	„	Gesellschaft naturf. Freunde	Sitzungsberichte.
4)	Bonn	Naturhistor. Verein d. Rheinlande	Verhandlungen.
5)	„	Niederrhein. Gesellschaft f. Natur- u. Heilkunde	Sitzungsberichte.
6)	Breslau	Schlesische Gesellschaft f. vaterländische Kultur	Jahresberichte.
7)	Danzig	Naturforschende Gesellschaft	Schriften.
8)	Frankfurt a. M.	Senkenberg. naturf. Gesellsch.	Abhandlungen.
9)	„	„ „ „	Berichte.
10)	„	„ „ „	Kataloge.
11)	Freiburg i. B.	Naturforschende Gesellschaft	Berichte.
12)	Gießen	Zoologische Jahrbücher, Abt. für Systematik etc.	
13)	„	„ „ Abt. für Ontogenie etc.	
14)	Halle	Kaiserl. Leopold.-Carol. Akademie der Naturforscher	Verhandlungen.
15)	„	„ „	Katalog der Bibliothek.
16)	„	„ „	Repertorium.
17)	„	Naturforschende Gesellschaft	Abhandlungen.
18)	„	Thüringisch-Sächsischer Naturwissenschaftlicher Verein	Zeitschrift.
19)	„	„ „	Bericht.
20)	Hamburg	Naturwissenschaftlicher Verein	Abhandlungen.
21)	„	„ „	Verhandlungen.
22)	Heidelberg	Morphologisches Jahrbuch.	
23)	Helgoland	Biologische Anstalt	Veröffentlichungen.
24)	Kiel	Wiss. Kommission z. Untersuch. d. deutschen Meere	Veröffentlichungen.
25)	Kassel	Botanisches Centralblatt.	
26)	„	Verein für Naturkunde	Berichte.

	Ort:	Name der Gesellschaft oder der Redaktion:	Schriften:
27)	Königsberg i. P.	Physikal.-ökonomische Gesellsch.	Schriften.
28)	München	K. B. Akademie d. Wissensch., Math.-physik. Klasse	Abhandlungen.
29)	"	" "	Sitzungsberichte.
30)	Münster	Westf. Provinzial-Verein f. Wissenschaft u. Kunst	Jahresbericht.
31)	Wiesbaden	Nassauischer Verein f. Naturkunde	Jahrbücher.
32)	Würzburg	Physikalisch-mediz. Gesellschaft	Sitzungsberichte.
33)	"	" " "	Verhandlungen.
		Oesterreich-Ungarn.	
34)	Budapest	Ungar. Naturw. Gesellschaft	Math.-nat. Berichte.
35)	"	" " "	Einzelschriften.
36)	Graz	Naturw. Verein f. Steiermark	Mitteilungen.
37)	Krakau	Akademie der Wissenschaften	Anzeiger.
38)	Prag	K. Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften	Sitzungsberichte.
39)	"	" "	Jahresberichte.
40)	Triest	Società Adriatica di Scienze Natur.	Bullettino.
41)	Wien	Kais. Akad. der Wissenschaften, Math.-naturw. Klasse	Denkschriften.
42)	"	" "	Sitzungsberichte.
43)	"	" "	Anzeiger.
44)	"	K. K. Geologische Reichsanstalt	Jahrbuch.
45)	"	" "	Verhandlungen.
46)	"	" "	Abhandlungen.
47)	"	K. K. Zoolog.-botan. Gesellsch.	Verhandlungen.
		Schweiz.	
48)	Bern	Schweizer. Naturf. Gesellsch.	Denkschriften.
49)	"	" " "	Verhandlungen.
50)	"	" " "	Compte Rendu.
51)	"	Naturforschende Gesellschaft	Mitteilungen.
52)	Genf	Institut National Genevois	Bulletin.
53)	"	" " "	Mémoires.
54)	"	Société de Physique et d'Histoire naturelle	Mémoires.
		Italien.	
55)	Bologna	Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna	Memorie.
56)	"	" "	Rendiconti.
57)	Florenz	Società Botanica Italiana	Nuovo Giornale.
58)	"	" " "	Bullettino.
59)	Mailand	Società Italiana di Scienze Naturali	Atti.
60)	"	" " " "	Memorie.
61)	Messina	R. Accademia Peloritana	Atti.

	Ort:	Name der Gesellschaft oder der Redaktion:	Schriften:
62)	Neapel	R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche	Atti.
63)	„	„ „	Rendiconti.
64)	„	Zoologische Station	Mitteilungen.
65)	Padua	R. Stazione Bacologica	Pubblicazioni.
66)	Pisa	Società Toscana di Scienze Naturali	Atti.
67)	„	„ „ „ „	Processi verbali.
68)	Rom	Laboratorio di anatomia normale	Ricerche.
69)	Turin	Archives Italiennes de Biologie.	
70)	„	Archivio per le Scienze Mediche.	
71)	„	R. Accademia delle Scienze	Memorie.
72)	„	„ „	Atti.
73)	„	„ „	Osservazioni meteorologiche.
		Frankreich.	
74)	Caen	Société Linnéenne de Normandie	Bulletin
75)	„	„ „ „	Mémoires.
76)	Marseille	Musée d'Histoire natur. (Zoologie)	Annales.
77)	„	Faculté des Sciences	Annales.
78)	„	Annales de l'Institut	Colonial.
79)	Paris	Musée d'Histoire naturelle	Archives.
80)	„	„ „ „	Bulletins.
81)	„	L'Année Biologique.	
82)	„	Société de Biologie	Comptes Rendus.
83)	„	Société zoologique de France	Mémoires.
84)	„	„ „ „	Bulletin.
85)	„	Archives de Zoologie expérimentale.	
		Belgien.	
86)	Brüssel	Académie R. des Sciences, des Lettres et des Beaux Arts	Bulletins.
87)	„	„ „	Mémoires.
88)	„	„ „	Mém. couronnés (8°).
89)	„	„ „	Mém. couronnés (4°).
90)	„	„ „	Annuaire.
91)	„	Société entomologique	Annales.
92)	„	„ „	Mémoires.
93)	Löwen	La Cellule.	
94)	Lüttich	Archives de Biologie.	
		Holland.	
95)	Amsterdam	K. Akademie van Wetenschapen, Wis- en natuurkundige Afdeeling	Verhandelingen.
96)	„	„ „	Verslagen.
97)	„	„ „	Jaarboek.
98)	's Gravenhage	K. Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch-Indie	Tijdschrift.

	Ort:	Name der Gesellschaft oder der Redaktion:	Schriften:
99)	Haarlem	Musée Teyler	Archives.
100)	Leiden	Nederlandsche Dierkundige Vereeniging	Tijdschrift.
		Luxemburg.	
101)	Luxemburg	Institut Grand Ducal, Sect. d. Sciences natur. et math.	Publications.
		Großbritannien.	
102)	Cambridge	Philosophical Society	Transactions.
103)	„	„ „	Proceedings.
104)	Edinburgh	Royal Society	Transactions.
105)	„	„ „	Proceedings.
106)	„	R. Physical Society	Proceedings.
107)	London	Linnean Society	Transactions.
108)	„	„ „	Journal.
109)	„	R. Microscopical Society	Journal.
110)	„	Royal Society	Philosoph. Transactions.
111)	„	„ „	Proceedings.
112)	„	„ „	Year Book.
113)	„	Zoological Society	Transactions.
114)	„	„ „	Proceedings.
115)	„	Annals and Magazine of Natural History.	
116)	Oxford	Quarterly Journal of Microscopical Science.	
		Dänemark.	
117)	Kopenhagen	K. Danske Videnskab. Selskab	Skrifter.
118)	„	„ „ „ „	Oversigt.
		Norwegen.	
119)	Christiania	Norske Medicinske Selskab	Forhandlinger.
120)	„	„ „ „	Norsk Magazin.
		Schweden.	
121)	Göteborg	K. Vetenskaps och Vitterhets Samhälle	Handlingar.
122)	Stockholm	Nordiskt Medicinskt Arkiv.	
123)	„	Svenska Läkare Sällskap	Hygiea.
124)	„	„ „ „	Förhandlingar.
125)	„	K. Svenska Vetenskaps-Akademie	Handlingar.
126)	„	„ „	Bihang.
127)	„	„ „	Öfversigt.
128)	„	„ „	Lefnadsteckningar.
129)	Upsala	Kongl. Vetenskapssocietet	Nova Acta.
130)	„	Universität	Bulletin of the Geolog. Instit.
131)	„	„	Läkare Förenings Förhandlingar.

	Ort:	Name der Gesellschaft oder der Redaktion:	Schriften:
		Rußland.	
132)	Helsingfors	Finska Vetenskaps Societet	Acta.
133)	"	" " "	Ofversigt.
134)	"	" " "	Bidrag till Kännedom of Finnlands Natur och Folk.
135)	"	" " "	Observations météorolog.
136)	Moskau	Société Impériale des Naturalistes	Bulletin.
137)	St. Petersburg	Comité géologique	Mémoires.
138)	"	" "	Bulletin.
139)	"	Akademie der Wissenschaften	Bulletin.
		Rumänien.	
140)	Jassy	Société des Médecins et des Naturalistes	Bulletin.
		Nordamerika.	
		I. Canada.	
141)	Montreal	Royal Society of Canada	Proceedings.
142)	Ottawa	Geolog. and Nat. History Survey of Canada	Reports.
		II. Vereinigte Staaten.	
143)	Boston	Society of Natural History	Memoirs.
144)	"	" " " "	Proceedings.
145)	"	" " " "	Occasional Papers.
146)	Cambridge	Mus. of Comparative Zoölogy	Memoirs.
147)	"	" " " "	Annual Report.
148)	"	" " " "	Bulletins.
149)	St. Louis	Missouri Botanical Garden	Annual Report.
150)	Meridan	Scientific Association	Proceedings and Transactions.
151)	New Haven	Connecticut Academy of Arts and Sciences	Transactions.
152)	"	The American Journal of Science.	
153)	Philadelphia	Journal of Comparative Medicine.	
154)	"	Academy of Natural Sciences	Proceedings.
155)	"	The American Naturalist.	
156)	Washington	U. S. National Museum	Bulletins.
157)	"	" " "	Special Bulletins.
158)	"	" " "	Proceedings.
159)	"	Smithsonian Institution	Report.
160)	"	U. S. Geological Survey	Bulletins.
161)	"	" " "	Annual Reports.
162)	"	" " "	Monographs.

	Ort:	Name der Gesellschaft oder der Redaktion:	Schriften:
		Südamerika.	
		I. Chile.	
163)	Santiago	Deutscher wissensch. Verein	Verhandlungen.
164)	„	Société scientifique du Chili	Actes.
165)	„	Instituto de Hijiene	Revista.
166)	„	„ „ „	Boletin.
167)	„	„ „ „	Sesiones.
		II. Argentinien.	
168)	Córdoba	Academia Nacional de Ciencias	Boletin.
		III. Brasilien.	
169)	Rio de Janeiro	Museu Nacional	Revista.
170)	S. Paulo	Museu Paulista	Revista.
		Australien.	
171)	Melbourne	Royal Society of Victoria	Proceedings.
172)	„	„ „ „ „	Transactions.
173)	Sydney	Royal Society of New South Wales	Journal and Proceedings.
174)	„	Linnean „ „ „	Proceedings.
		Japan.	
175)	Tokio	College of Science, Imperial University	Journal.
176)	„	Medicinische Fakultät der K. Universität	Mitteilungen.

Von den Schriften der Gesellschaft erschienen im Jahre 1898:

1) Jenaische Zeitschrift, Bd. XXXI oder N. F. Bd. XXIV Heft 3 u. 4 und Bd. XXXII oder N. F. Bd. XXV, Heft 1—4 komplet.

2) Denkschriften: Semon, Forschungsreisen, Heft 12, 13, 14 oder Denkschriften, Bd. VIII 4, Bd. VI 2, u. Bd. IV 2.

III. Kassenbericht.

Der Kassenbericht wurde in der Sitzung vom 16. Dezember von Herrn Thomae geprüft und für richtig befunden. Die Einnahme betrug 6099 Mark 82 Pf., die Ausgaben beliefen sich auf 6090 Mark 35 Pf., bleibt ein Barvorrat von 9 Mark 47 Pf.

IV. Vorstand, Tauschkommission, Mitglieder.

Den Vorstand der Gesellschaft bildeten im Jahre 1898:

Felix Skutsch, I. Vorsitzender,
Ernst Haeckel, II. Vorsitzender,
Max Fürbringer, Redakteur der Zeitschrift,
Karl Konrad Müller, Bibliothekar.

Die Tauschkommission wurde gebildet von dem Vorstand und den Herren Gustav Fischer, Ernst Stahl, Adolf Winkelmann.

Zum I. Vorsitzenden für das Jahr 1899 wurde in der Schlußsitzung vom 16. Dezember

Herr Schott

gewählt. Die übrigen Vorstandsmitglieder und die Herren der Tauschkommission wurden wiedergewählt.

Die Gesellschaft hatte den Tod eines Mitgliedes, des Professor Dr. Schillbach, zu beklagen.

Im Jahre 1898 schieden infolge Wegganges von Jena aus der Gesellschaft aus:

Prof. Dr. Kükenthal,
Dr. Stegmann,
Dr. Straub.

Neu aufgenommen wurden:

Dr Krause,	Dr. Marquardsen,	Dr. Hillmann,
Dr. Dansauer,	Dr. Strubell,	Dr. F. N. Schulz,
Dr. Berger,	Dr. Falk,	Dr. Hertel,
Dr. Steuer,	Dr. Graf,	Prof. Dr. Ziegler.

Von diesen schied Dr. Marquardsen durch Weggang von Jena wieder aus.

Die Mitgliederzahl beträgt somit am Ende des Jahres 1898: 93.

Mitgliederverzeichnis.

Frühere Ehrenmitglieder waren die Herren:

	Jahr der Ernennung
Karl Schimper († 1867)	1855
Dietrich Georg Kieser († 1862)	1855
Louis Soret († 1890)	1864
Albert von Bezold († 1868)	1866
Thomas Huxley († 1895)	1867
Matthias Jacob Schleiden († 1881)	1878
Oskar Schmidt († 1886)	1878
Charles Darwin († 1882)	1878
Franz von Ried († 1895)	1892

I. Ehrenmitglieder.

1) Carl Gegenbaur, Heidelberg	1873
2) Ottomar Domrich, Meiningen	1892
3) Ernst Haeckel, Jena (1861)	1894
4) Bernhard Sigismund Schultze (1858)	1897

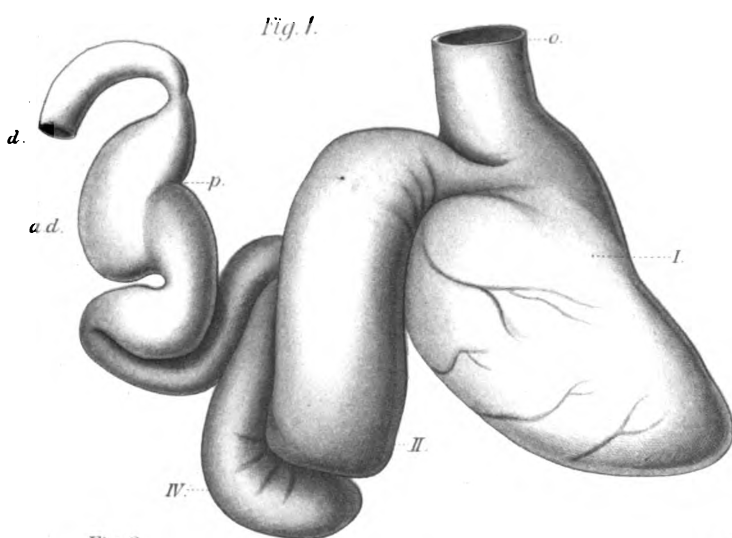
II. Ordentliche Mitglieder.

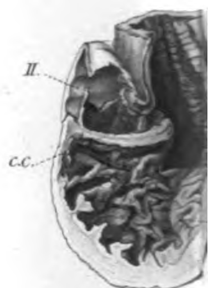
		Jahr der Aufnahme.
1) Prof. Dr. Ernst Abbe	Jena	1863
2) Prof. Dr. Felix Auerbach	„	1889
3) Prof. Dr. Karl von Bardeleben, Hofrat	„	1873
4) Dr. Hans Berger, Assistenzarzt	„	1898
5) Prof. Dr. Wilhelm Biedermann, Hofrat	„	1888

		Jahr der Aufnahme.
6) Prof. Dr. Otto Binswanger, Hofrat	Jena	1882
7) Dr. Fritz Bockelmann, prakt. Arzt, Sanitätsrat	Rudolstadt	1875
8) Dr. Hermann Braus, Privatdozent, Assistent a. d. anat. Anstalt	Jena	1894
9) Dr. Friedr. Buchbinder, Gymnasialprof. a. D.	"	1889
10) Wilhelm Butz, Realschuldirektor a. D.	"	1892
11) Dr. Siegfried Czapski	"	1885
12) Dr. Fritz Dansauer, Assistenzarzt	"	1898
13) Prof. Dr. Berthold Delbrück	"	1885
14) Prof. Dr. Wilhelm Detmer	"	1875
15) Dr. Paul Duden, Privatdozent	"	1894
16) Dr. Heinrich Eggeling, Geh. Staatsrat, Univ.-Kurator	"	1887
17) Dr. Gustav Eichhorn, prakt. Arzt	"	1891
18) Prof. Dr. Hermann Engelhardt, Med.-Rat	"	1888
19) Dr. Otto Falk, Assistenzarzt	"	1898
20) Dr. Gustav Fischer, Verlagsbuchhändler	"	1885
21) Prof. Dr. Gottlob Frege	"	1874
22) Prof. Dr. Max Fürbringer, Geh. Hofrat	"	1888
23) Dr. Christian Gänge, Privatdozent	"	1875
24) Prof. Dr. August Gärtner, Geh. Hofrat	"	1886
25) Dr. Walther Gebhardt	"	1897
26) Dr. Ernst Giese, prakt. Arzt	"	1893
27) Prof. Dr. Georg Götz, Geh. Hofrat	"	1889
28) Dr. Karl Graf, prakt. Arzt	"	1898
29) Dr. Ferdinand Gumprecht, Privatdozent	"	1892
30) Dr. Ernst Hertel, Privatdozent	"	1898
31) Dr. Heinrich Hillmann, Assistenzarzt	"	1898
32) Gustav Jonas, Apotheker	"	1890
33) Prof. Dr. Johannes Kessel	"	1886
34) Prof. Dr. Otto Knopf	"	1889
35) Dr. E. Knorr	"	1897
36) Prof. Dr. Ludwig Knorr	"	1889
37) Rudolf Koch, Bankier	"	1893
38) Wilhelm Koch, Bankier	"	1893
39) Dr. Karl Kolesch, Gymnasiallehrer	"	1891
40) Dr. Karl Krause, Hausarzt d. psychiatr. Klinik	"	1898
41) Prof. Dr. Ludolf Krehl	"	1892
42) Dr. O. Künnemann, Medizinalassessor	"	1895
43) Prof. Dr. Gottlob Linck	"	1894
44) Dr. Heinrich Löns, Assistenzarzt	"	1897
45) Hermann Maser, Rechtsanwalt	"	1893
46) C. Matthes, Apotheker, Rentier	"	1896
47) Prof. Dr. Max Matthes	"	1891
48) Prof. Dr. Wilhelm Müller, Geh. Hofrat	"	1865
49) Dr. Karl Konrad Müller, Direktor d. Univ.-Bibl.	"	1891

			Jahr der Aufnahme.
50)	Dr. Max Pauly	Jena	1897
51)	Dr. Emil Pfeiffer, Fabrikdirektor a. D.	"	1887
52)	Prof. Dr. Theodor Pfeiffer	"	1892
53)	Ernst Piltz, Institutslehrer	"	1893
54)	Gotth. Prüssing, Fabrikdirektor	"	1890
55)	Dr. Karl Pulfrich	"	1891
56)	Prof. Dr. Fritz Regel	"	1882
57)	Prof. Dr. Bernhard Riedel, Geh. Med.-Rat	"	1889
58)	Dr. Paul Riedel	"	1893
59)	Dr. Fritz Römer, Assistent am zool. Institut	"	1893
60)	Prof. Dr. Rosenthal	"	1897
61)	Dr. Leo Sachse, Gymnasialprofessor a. D.	"	1876
62)	Prof. Dr. Hermann Schäffer, Hofrat	"	1855
63)	Dr. Karl Schmidt, Apotheker	"	1897
64)	Dr. Otto Schott, Fabrikdirektor	"	1882
65)	Dr. Moritz Schultess, Stabsarzt	"	1896
66)	Paul Schultze, Oberinspektor	"	1879
67)	Dr. Friedrich Schulz, Privatdozent	"	1898
68)	Prof. Dr. Moritz Seidel, Geh. Medizinalrat	"	1864
69)	Prof. Dr. Settegast	"	1896
70)	Dr. Lucas Siebert, prakt. Arzt	"	1881
71)	Prof. Dr. Felix Skutsch	"	1884
72)	Prof. Dr. Ernst Stahl	"	1881
73)	Dr. Alexander Steuer, Privatdozent	"	1898
74)	Prof. Dr. Roderich Stintzing, Hofrat	"	1890
75)	Dr. Heinrich Stoy, Privatdozent, Institutsdirektor	"	1877
76)	Dr. Rudolf Straubel, Privatdozent	"	1894
77)	Dr. Alexander Strubell, Assistenzarzt	"	1898
78)	Dr. R. Teuscher, Arzt, Privatgelehrter	"	1873
79)	Prof. Dr. Johannes Thomae, Geh. Hofrat	"	1879
80)	Prof. Dr. August Thon, Geh. Justizrat	"	1896
81)	Prof. Dr. Max Verworn	"	1891
82)	August Vogt, Landkammerrat	"	1897
83)	Prof. Dr. August Wagenmann	"	1892
84)	Prof. Dr. Johannes Walther	"	1886
85)	Dr. Weinert, prakt. Arzt	"	1897
86)	Friedrich Wiegmann, Apotheker	"	1893
87)	Prof. Dr. Adolf Winkelmann, Geh. Hofrat	"	1886
88)	Dr. Wilhelm Winkler, Privatgelehrter	"	1887
89)	Prof. Dr. Adolf Witzel	"	1893
90)	Prof. Dr. Ludwig Wolff	"	1892
91)	Prof. Dr. Heinr. Ernst Ziegler	"	1898
92)	Prof. Dr. Theodor Ziehen	"	1886
93)	Dr. Richard Zsigmondy	"	1897

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 1788


Fig. 1.
o.
d.
p.
a.d.
I.
II.
IV.


Fig 2
II.
c.c.

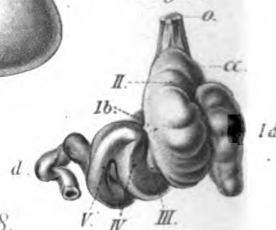
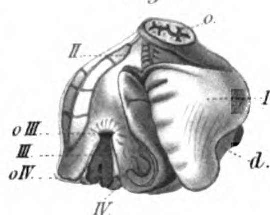

Fig. 13.
o.
cc.
II.
Ib.
Id
d.
V.
IV.
III.


Fig. 6.
II.
Ib
Id.


Fig. 7.
o.
II
I.
oIII.
III.
oIV.
d.
IV


o
Fig 8.
a.d.
p.
IV.
I.
III.
II.

Fig

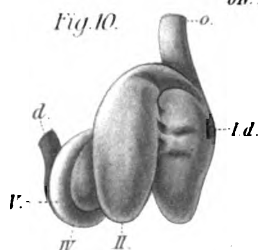
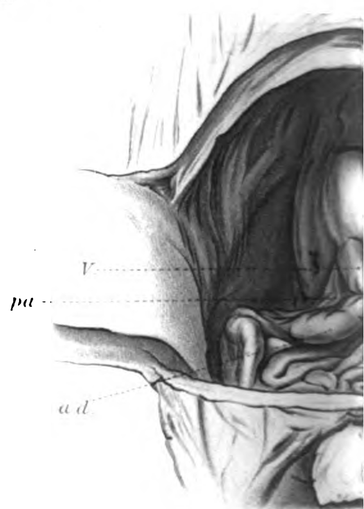
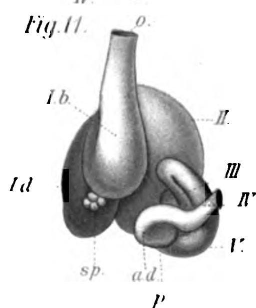
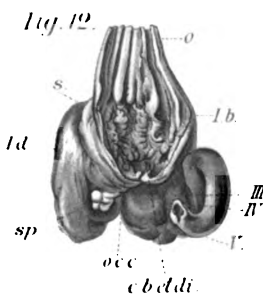
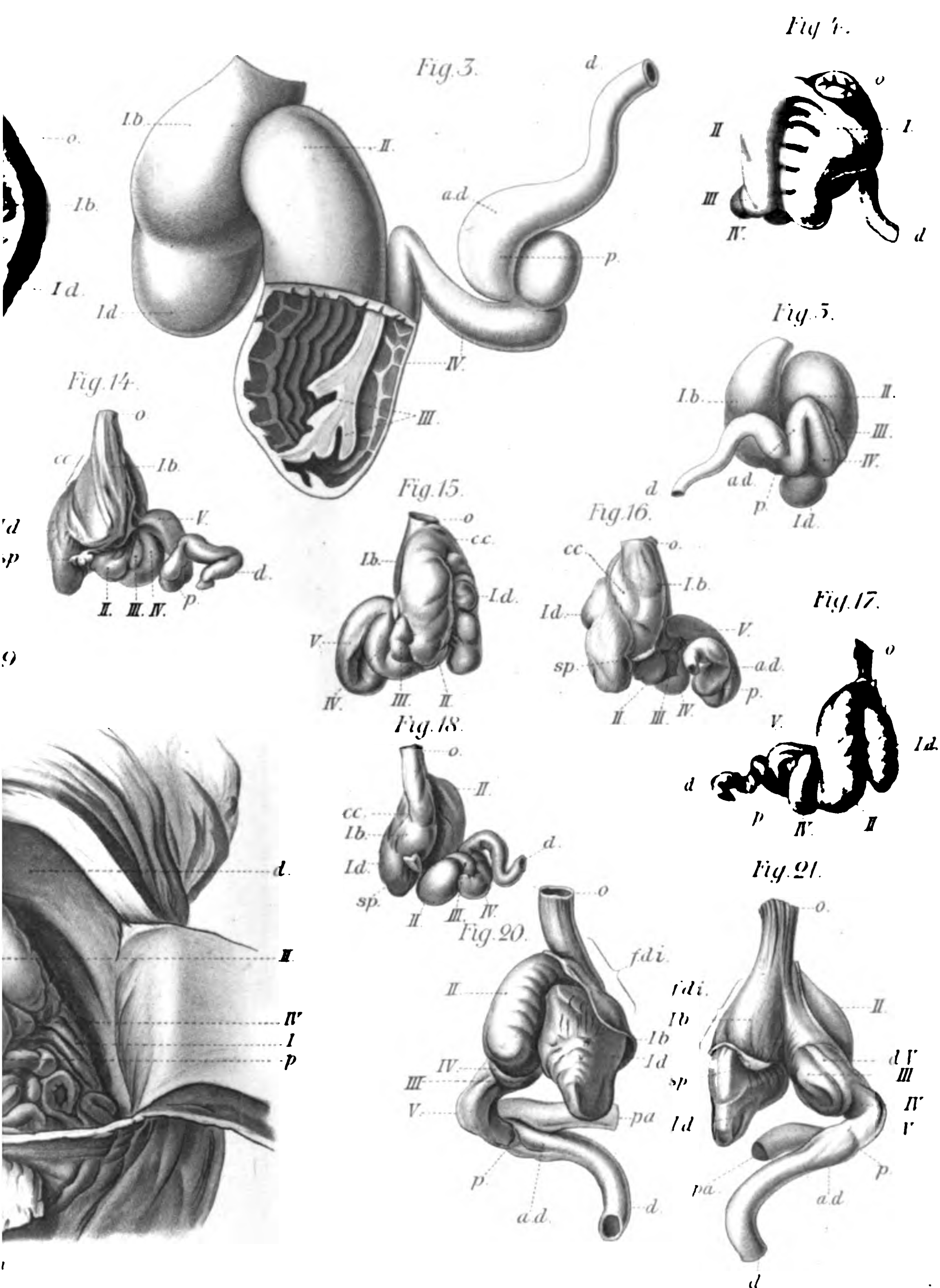

Fig. 10.
o.
d.
Id.
V.
IV.
II.

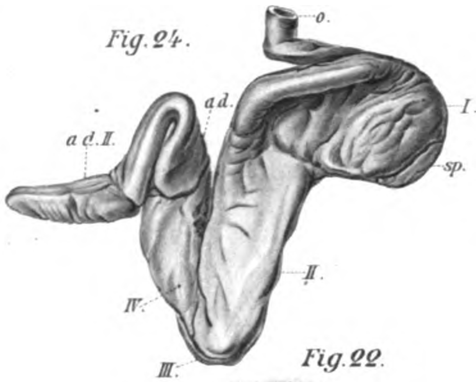

Fig. 9.
o.
ad
II.
IV.
I.


V
pa
ad


Fig. 11.
o.
Ib.
II.
Id
III
IV
V.
sp.
ad.
p


Fig. 12.
o
s.
Ib.
Id
III
IV
V.
sp
occ
cbdi


Fig.3.
Fig.4.
Fig.5.
Fig.14.
Fig.15.
Fig.16.
Fig.17.
Fig.18.
Fig.20.
Fig.21.


Fig. 24.
o.
a d.
a d. II.
I.
sp.
II.
IV.
III.

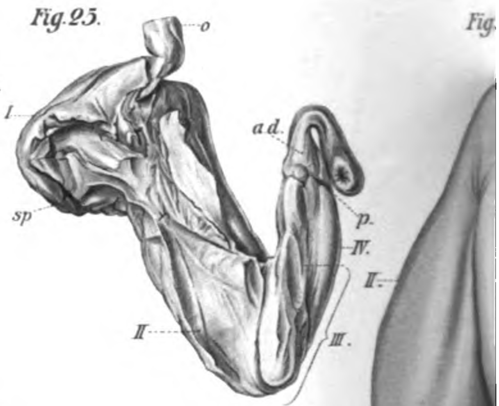
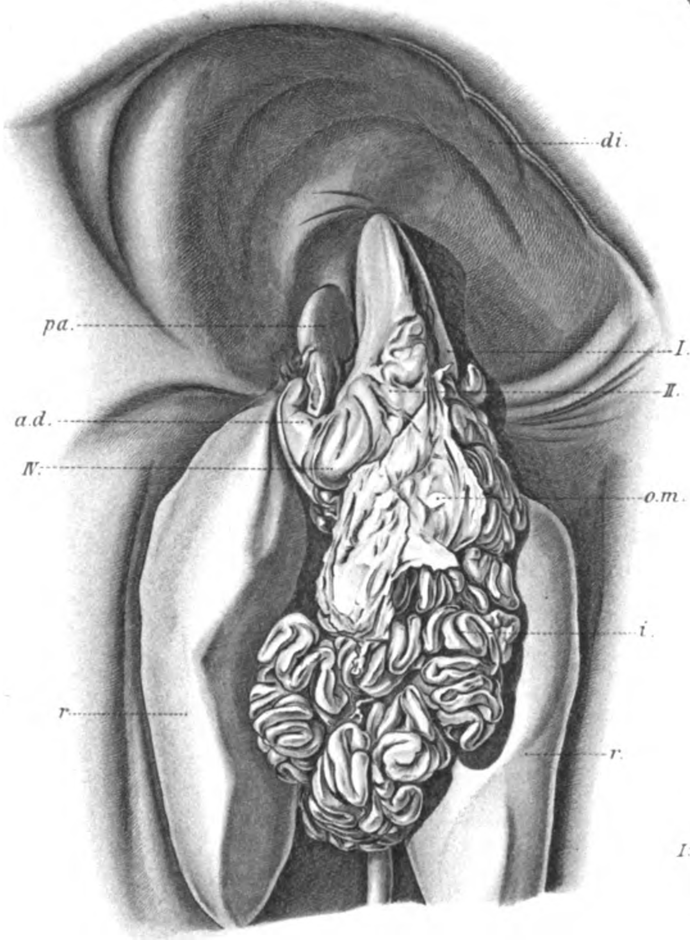

Fig. 25.
o
I
a d.
sp
p.
IV.
II.
II
III.

Fig. 22.


di.
pa.
I.
II.
a.d.
IV.
o.m.
i.
r.
r.

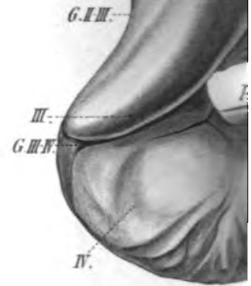
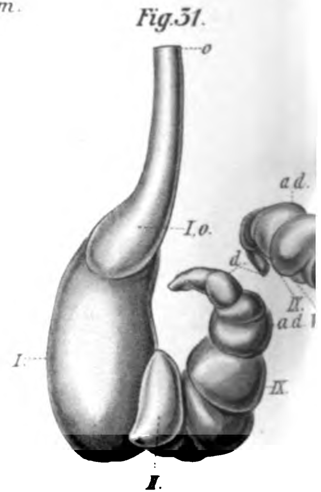
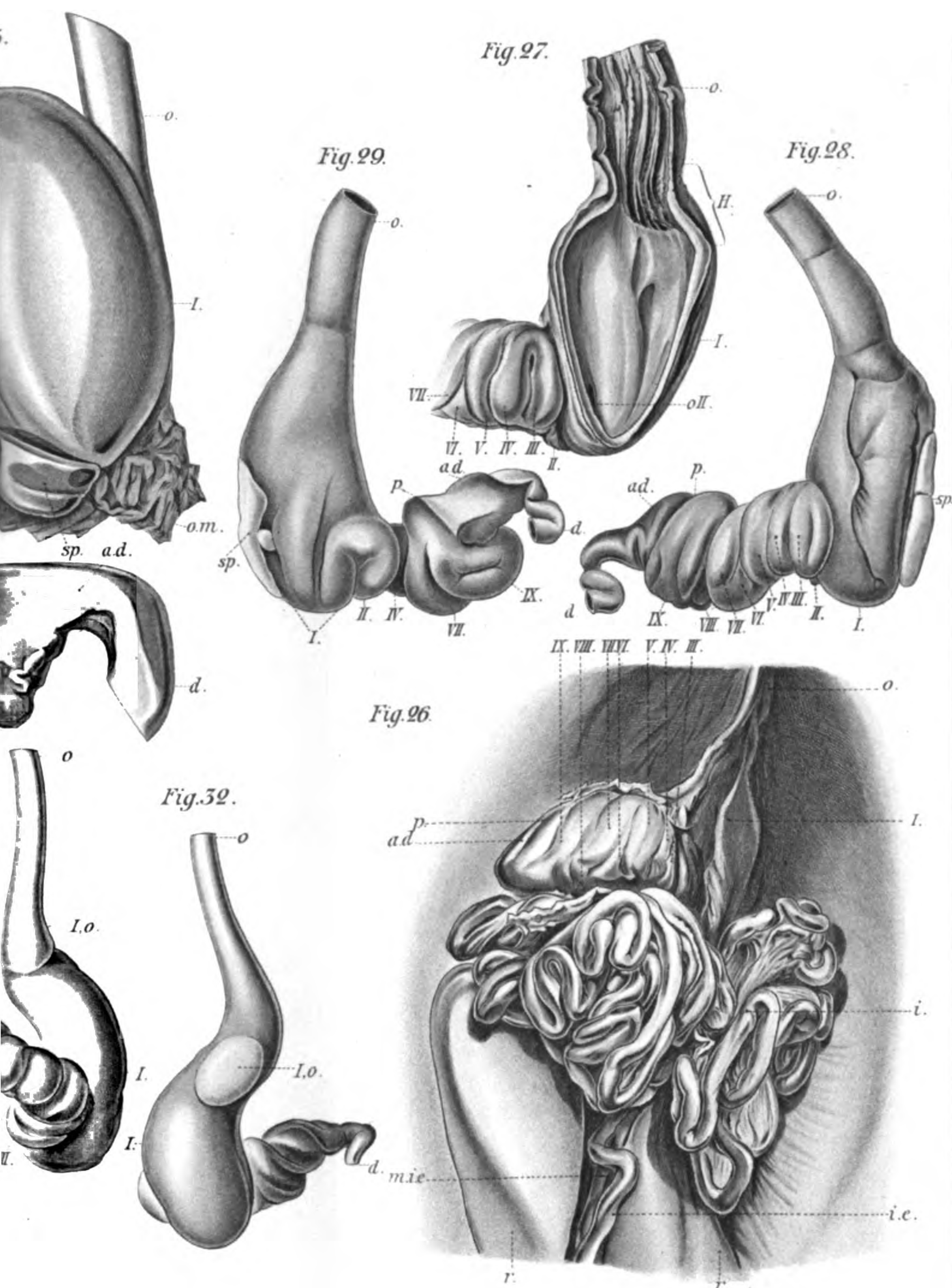

II.
G.I.III.
III.
G.III.IV.
IV.

Fig. 31.


o
a d.
I.o.
d.
II.
I.
IX.
I.

Taf. II.



Fischer

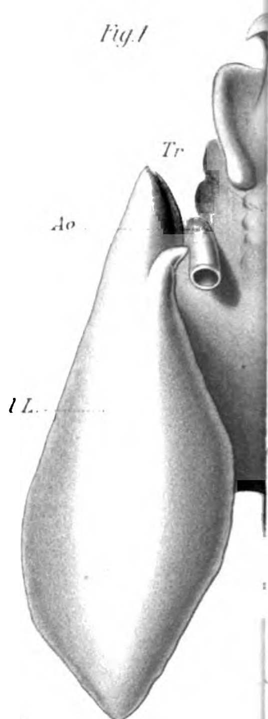
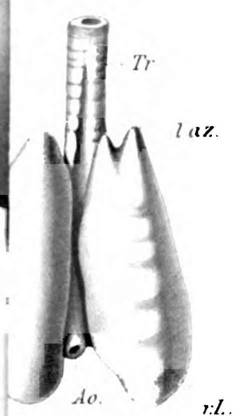
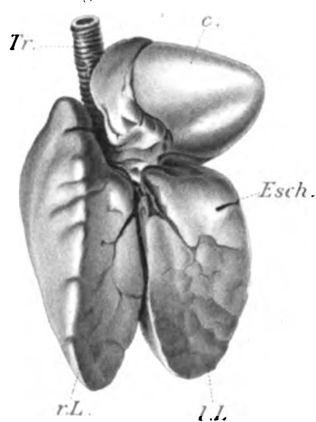
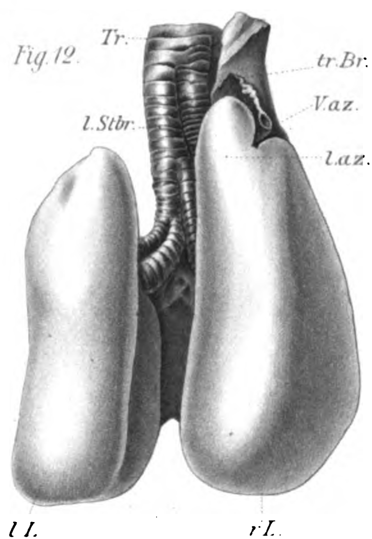

Fig. 1
Tr
Ao.
l.L.


Fig. 5.
v.P.
S.


Fig. 6
v.P
c.
l.L.
r.L.

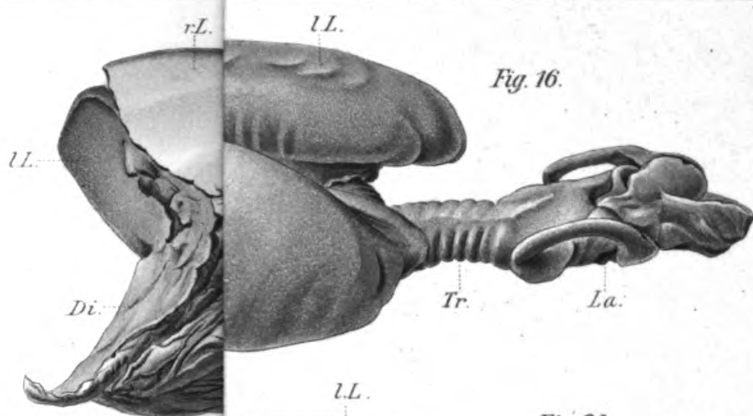

Fig. 10
Tr
l.az.
Ao.
r.L.

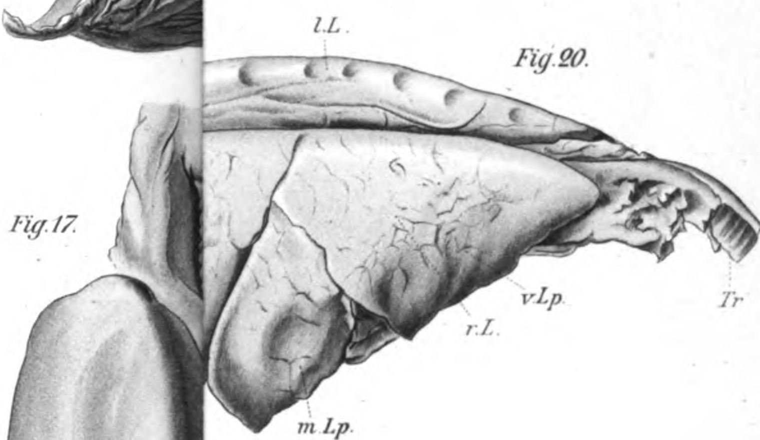

Fig. 11
Tr.
c.
Esch.
r.L.
l.L.

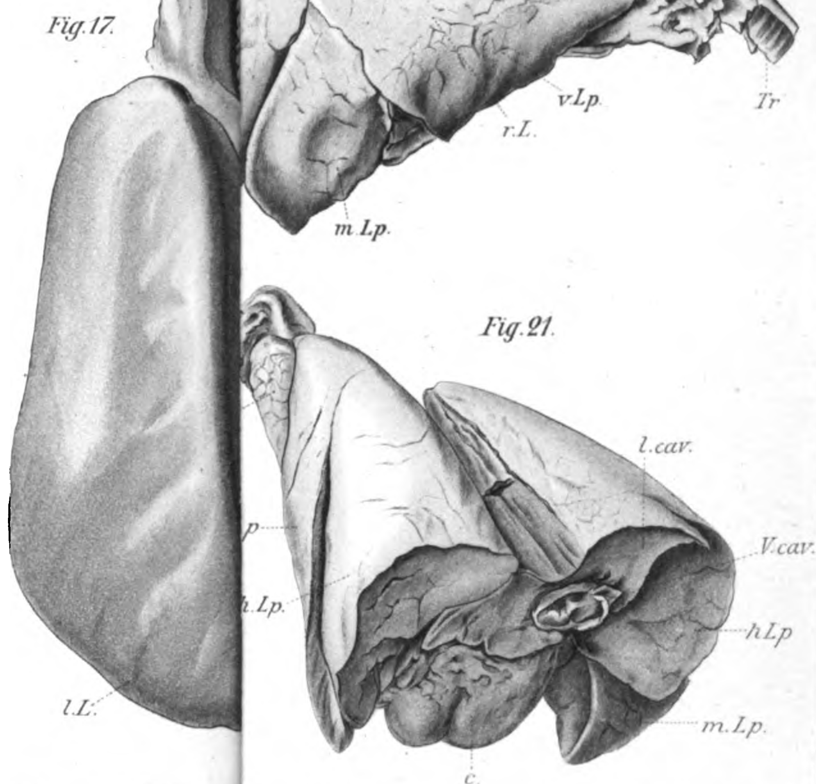

Fig. 12.
Tr.
tr.Br.
V.az.
l.Stbr.
l.az.
l.L.
r.L.

l. Stbr.

l.L.

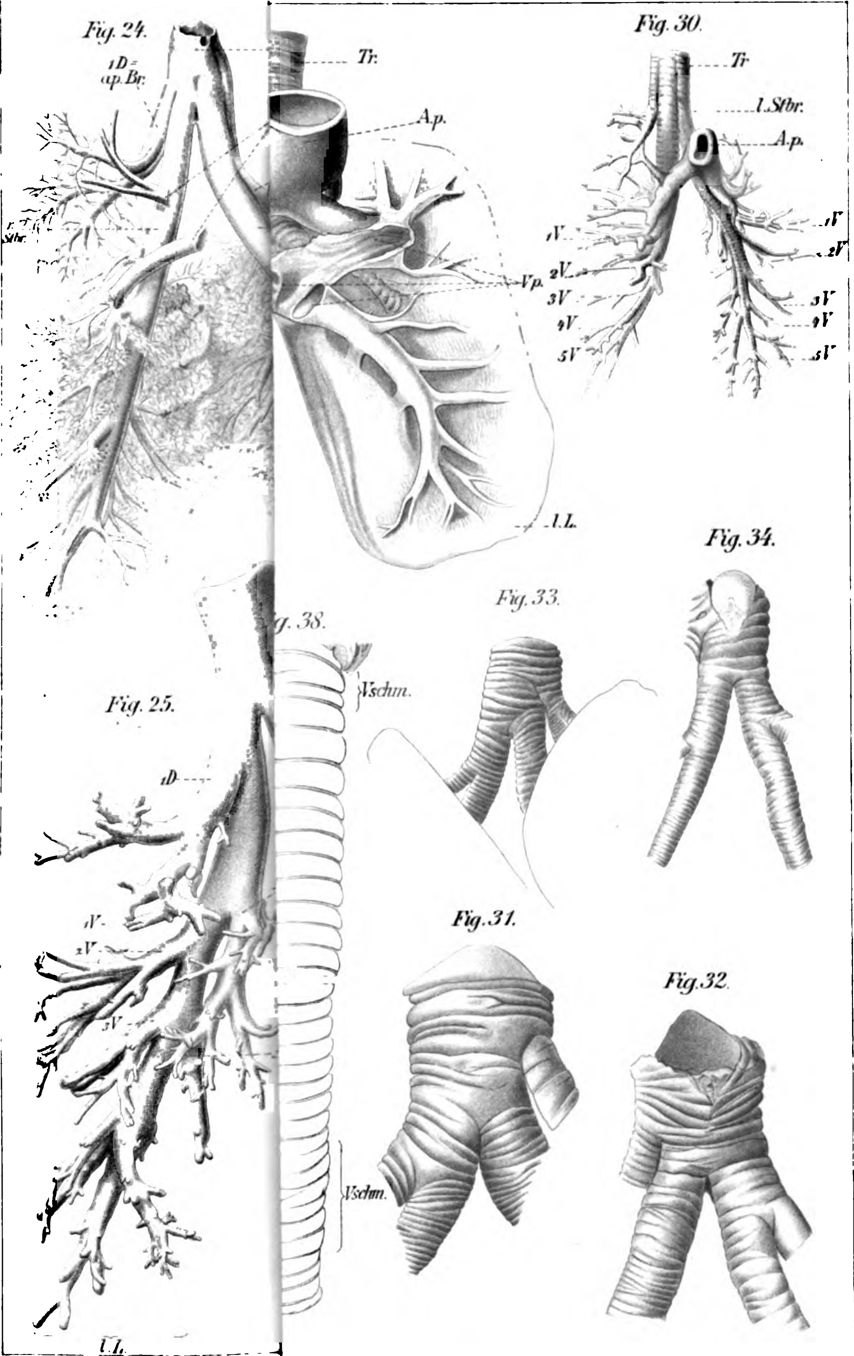




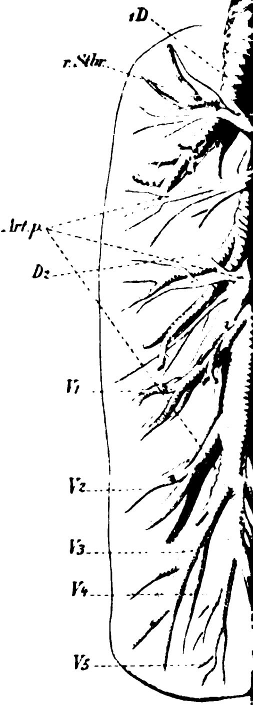


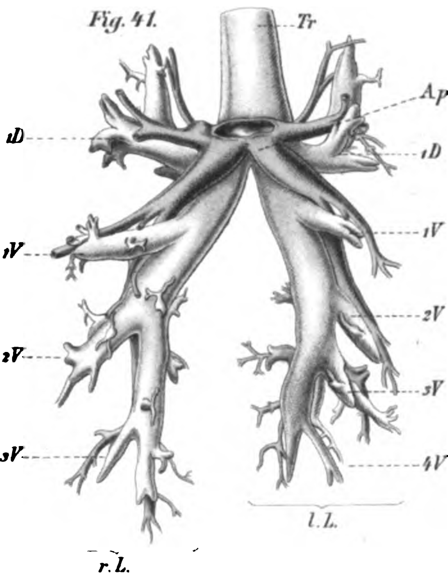
Müller gez.

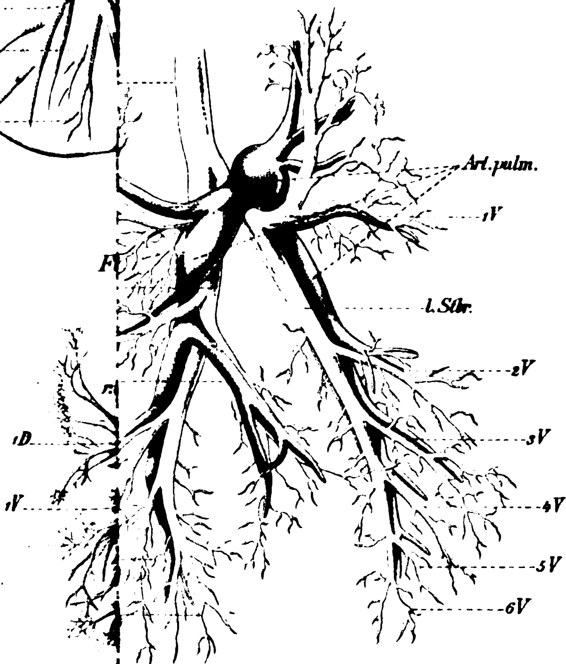
Lith Anst.v.P.Weise, Jena.

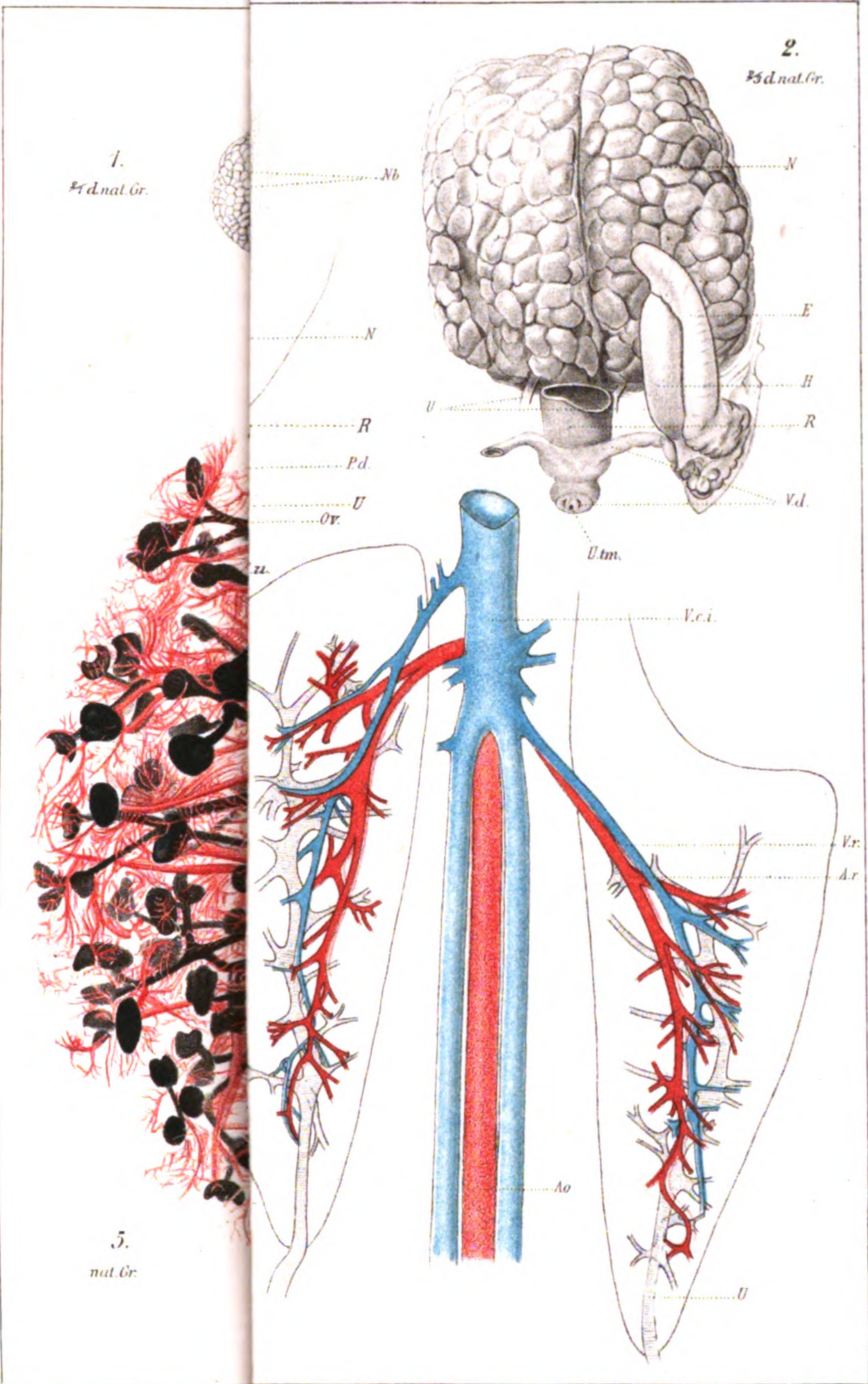

Fig. 24.
1D = ap. Br.
Tr.
A.p.
Vp.
l.L.
Fig. 30.
Tr
l. Stbr.
A.p.
1V
2V
3V
4V
5V
Fig. 34.
Fig. 33.
g. 38.
Vschm.
Fig. 25.
1D
1V
2V
3V
Vschm.
Fig. 31.
Fig. 32.
l.L.

O. Müller.

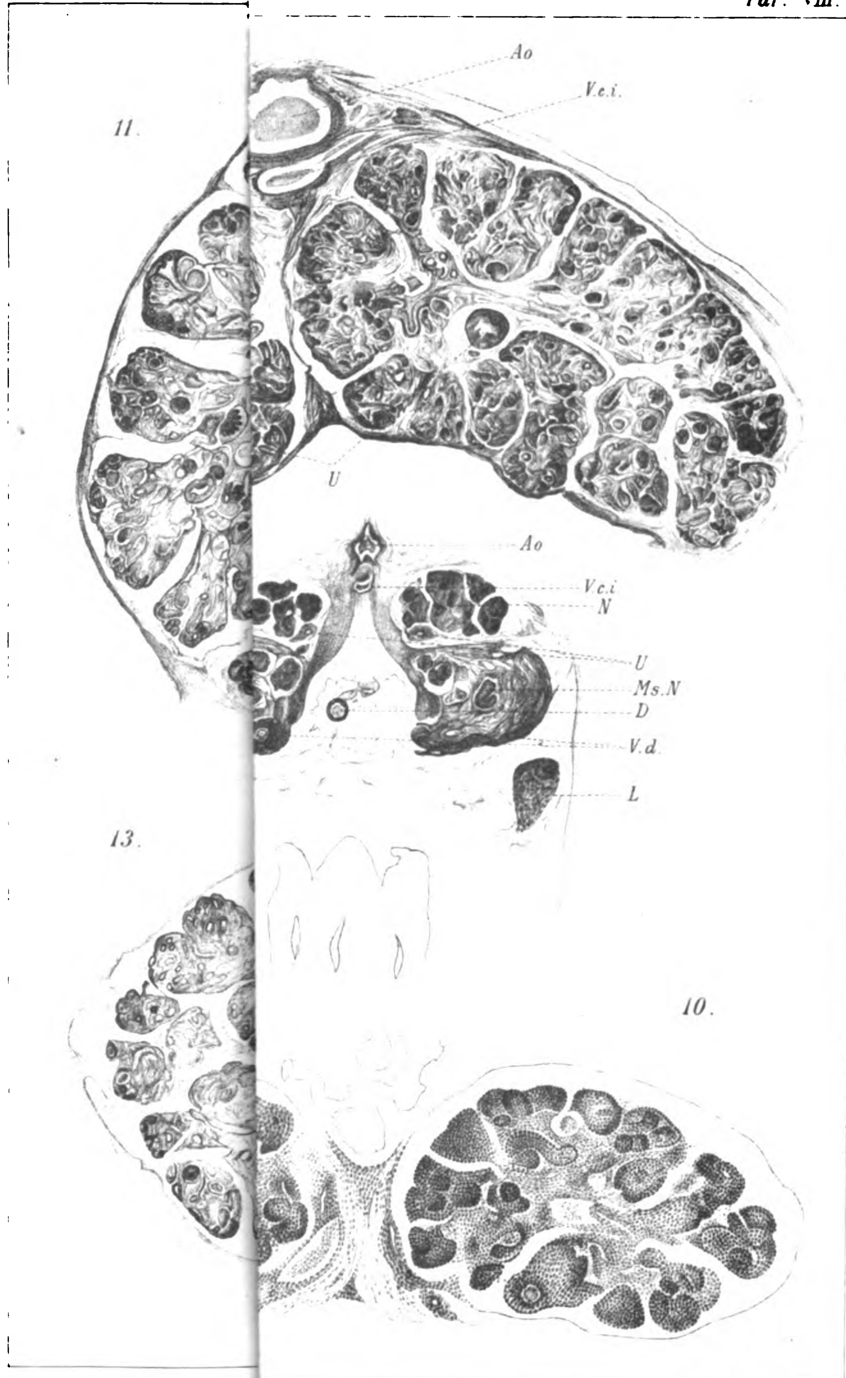

Fig. 39.
1D
r. Stbr.
Art. p.
D2
V1
V2
V3
V4
V5


Fig. 41.
Tr
Ap
1D
1V
2V
3V
4V
l. L.
r. L.

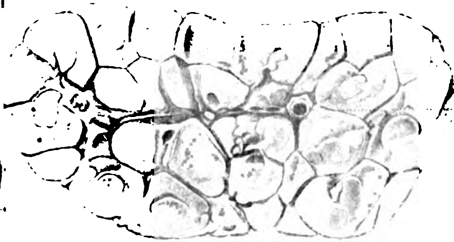

Art. pulm.
1V
l. Stbr.
2V
3V
4V
5V
6V
1D
1V



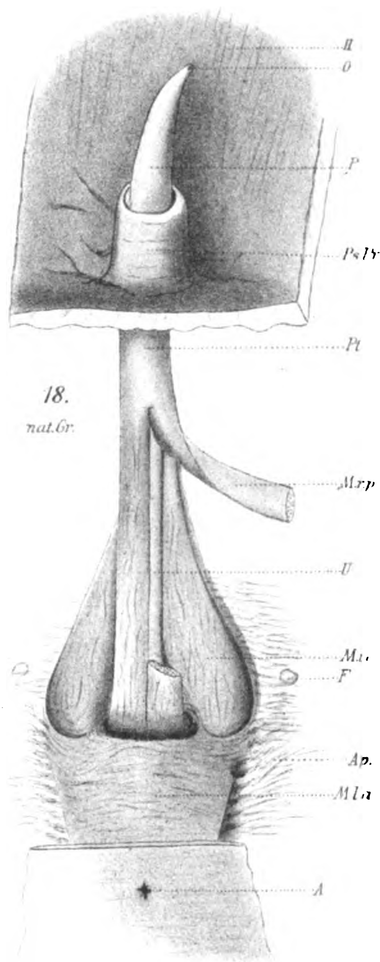
Lith.Anst.v.A.Giltsch, Jena.

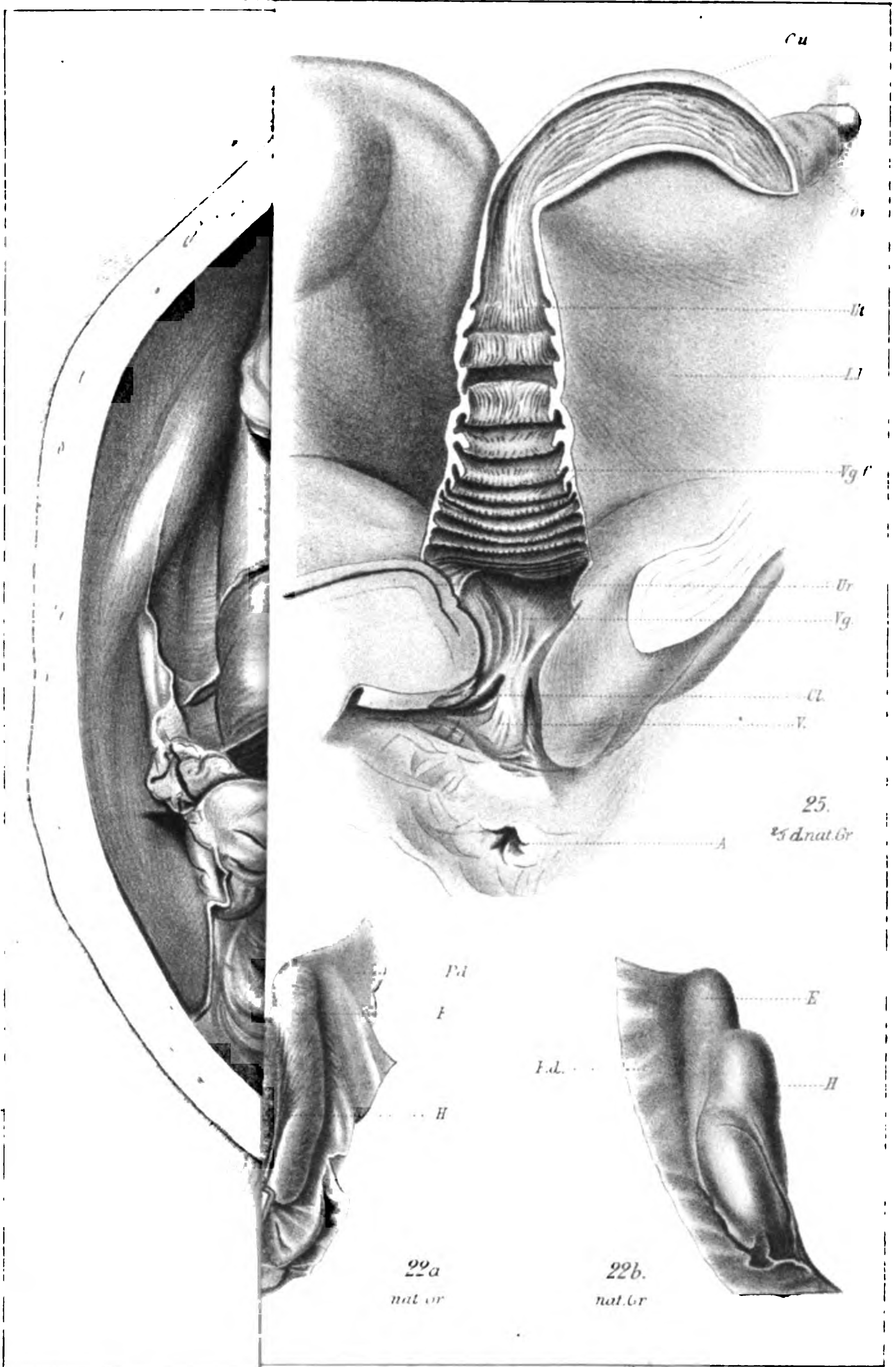


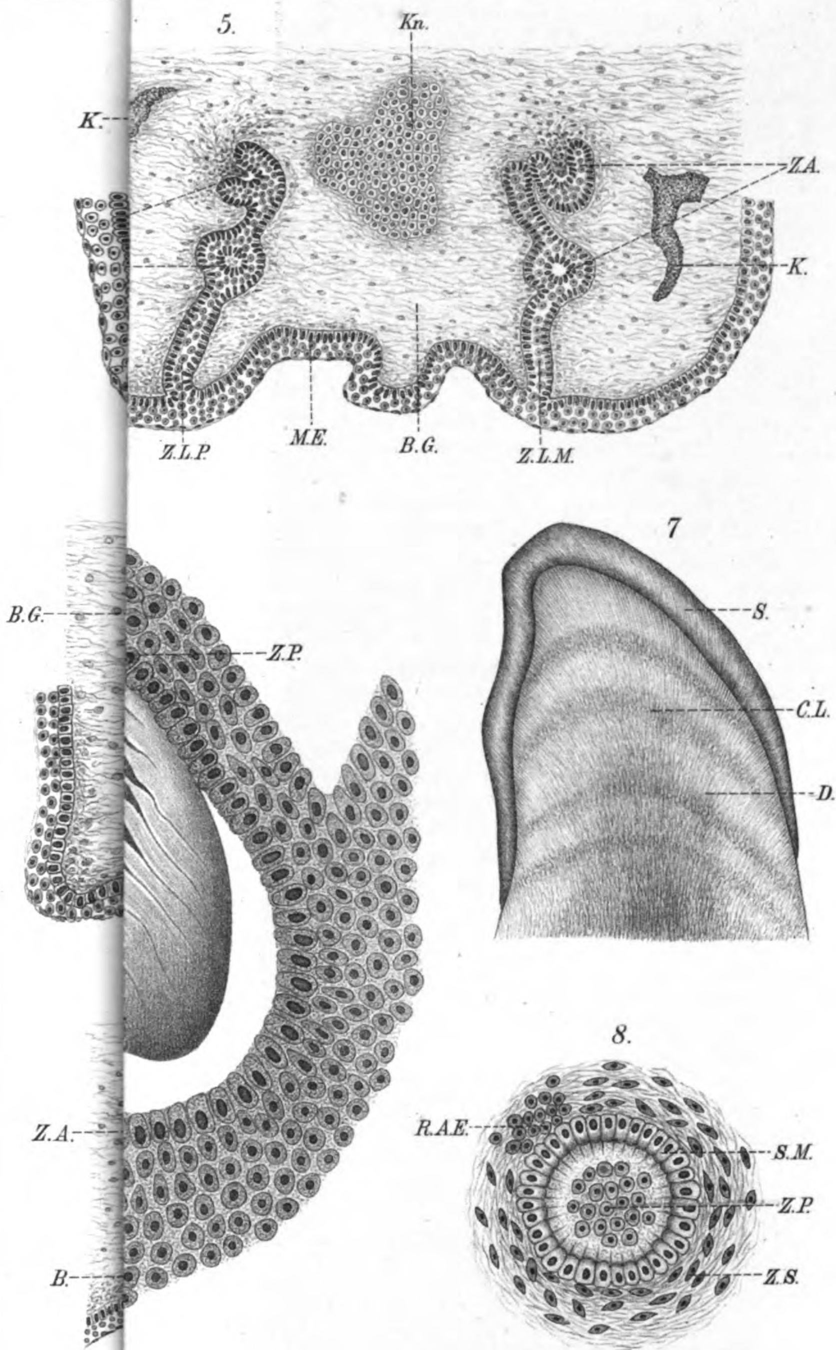
Lith. Anst v. A. Giltsch, Jena

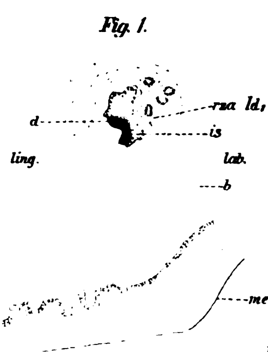

P

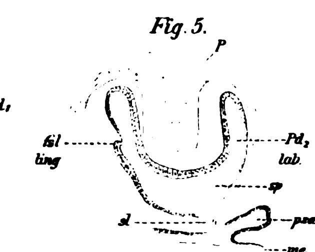

19.
O
P
N
E
Mbc
Mi
Mrp
BW

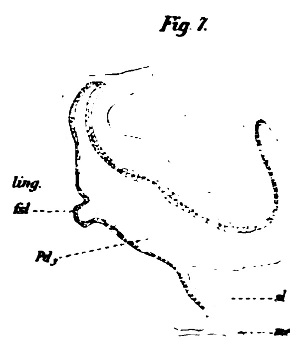

18.
nat. Gr.
H
O
P
Ps Pr
Pt
Mrp
U
Mi
F
Ap.
Mla
A

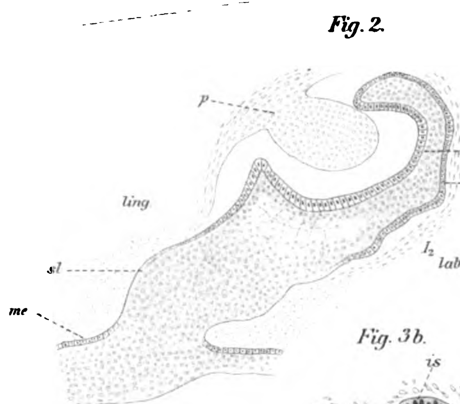

Cu
Ov
Ut
Ll
Vg C
Ur
Vg.
Cl.
V.
A
25.
2/3 d. nat. Gr
Pd
H
Pd.
E
H
22a
nat. Gr
22b.
nat. Gr

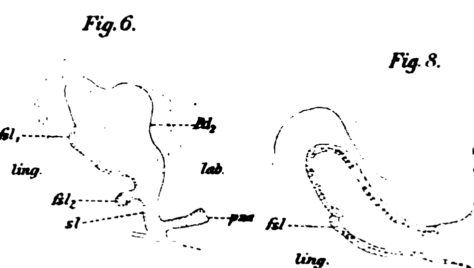

5.
Kn.
K.
Z.A.
K.
Z.L.P.
M.E.
B.G.
Z.L.M.
7
S.
C.L.
D.
B.G.
Z.P.
Z.A.
B.
8.
R.A.E.
S.M.
Z.P.
Z.S.

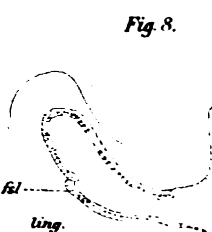

Fig. 1.
d
rza ld1
is
ling.
lab.
b
me

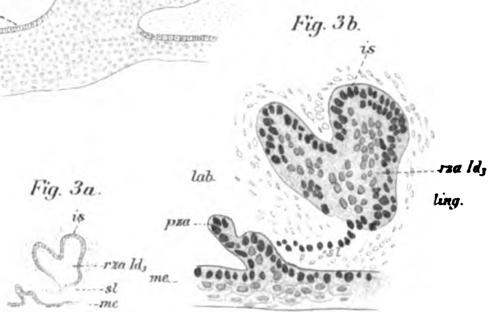

Fig. 5.
p
fsl
ling
Pd2
lab.
sp
sl
pza
me

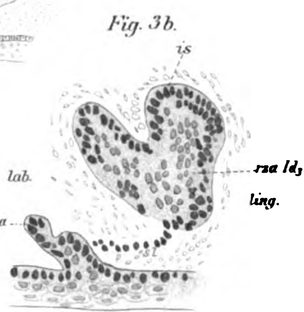

Fig. 7.
ling.
fsl
Pd2
sl
me

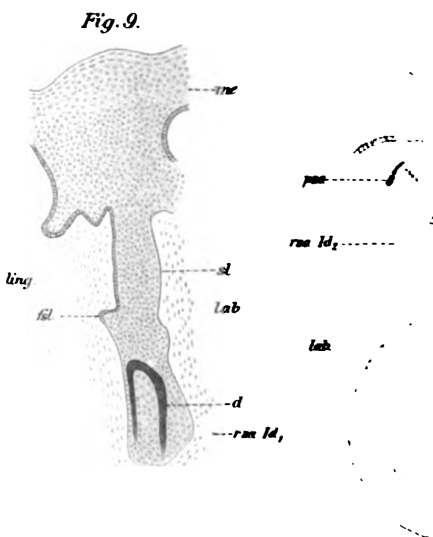

Fig. 2.
p
is
as
ling
I2
lab.
sl
me

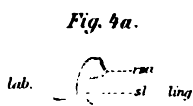

Fig. 6.
fsl1
Pd2
ling.
lab.
fsl2
sl
pza

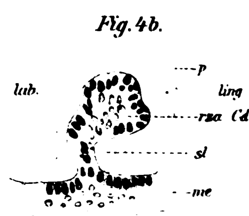

Fig. 8.
fsl
ling.


Fig. 3a.
is
rza ld1
sl
me


Fig. 3b.
is
lab.
rza ld1
ling.
pza
sl
me


Fig. 9.
me
pza
rza ld2
sl
ling
Lab
fsl
lab
d
rza ld1


Fig. 4a.
lab.
rza
sl
ling
me


Fig. 4b.
p
lab.
ling
rza Cd
sl
me

Adloff ...

... Gust...

Fig. 11.

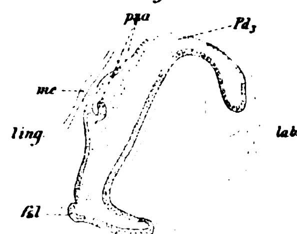


Fig. 13.

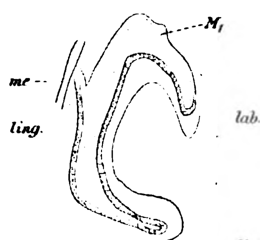


Fig. 15.

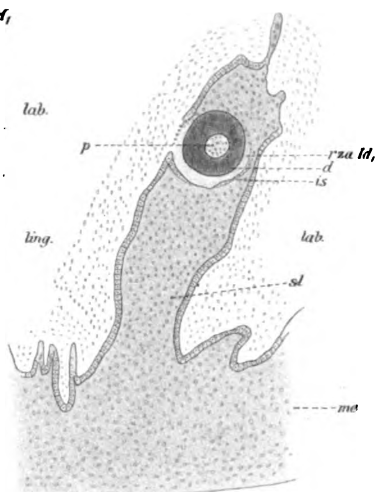


Fig. 12.

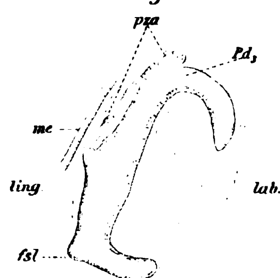
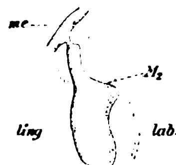


Fig. 14.



M1
lab
sl
me

g. 10.

me
sl
fsl
ling.
l2

Fig. 16.

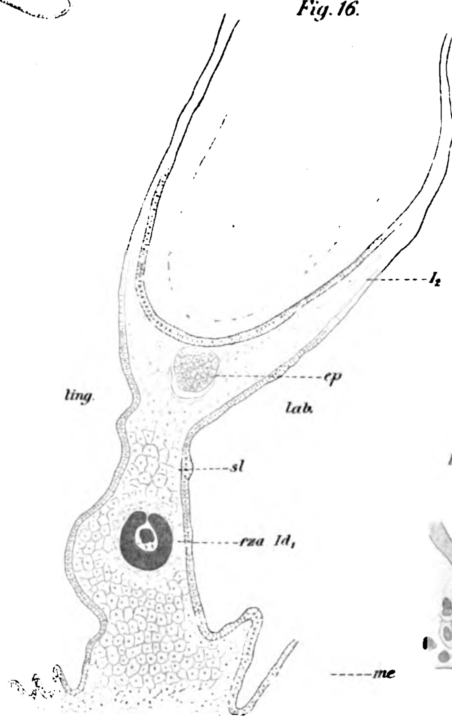


Fig. 17a.

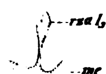
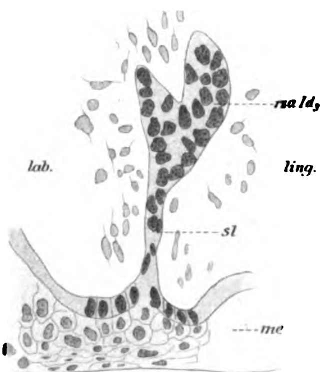


Fig. 17b.



Fischer Jena.

Lith. Anst. v. E. Giltsch, Jena.

Fig. 18.

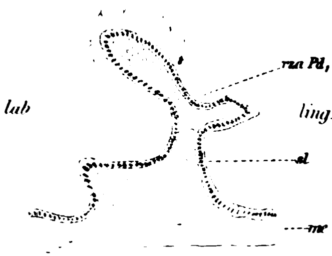


Fig. 21a.

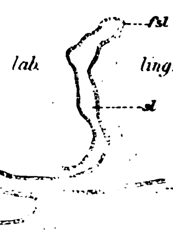


Fig. 23.

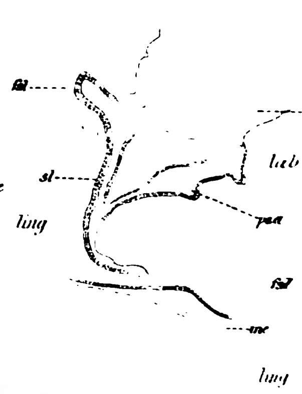


Fig. 19.

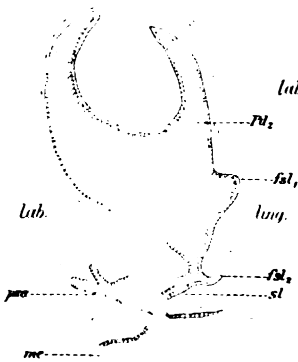


Fig. 21b.

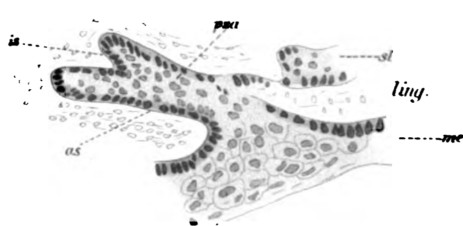
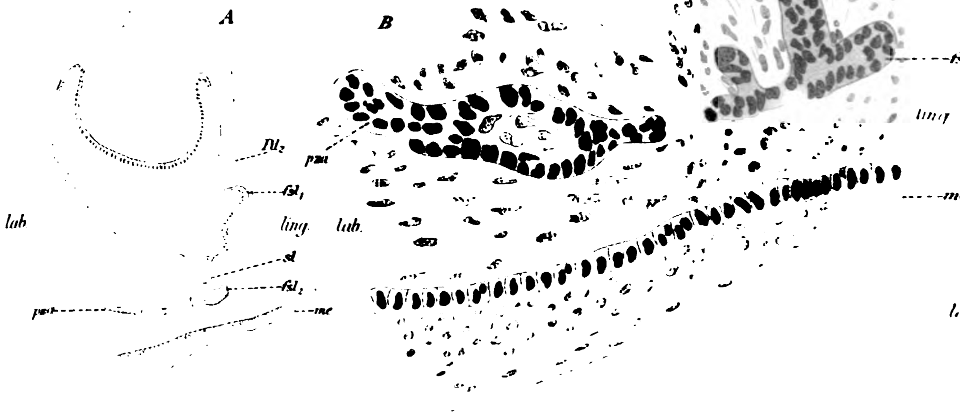
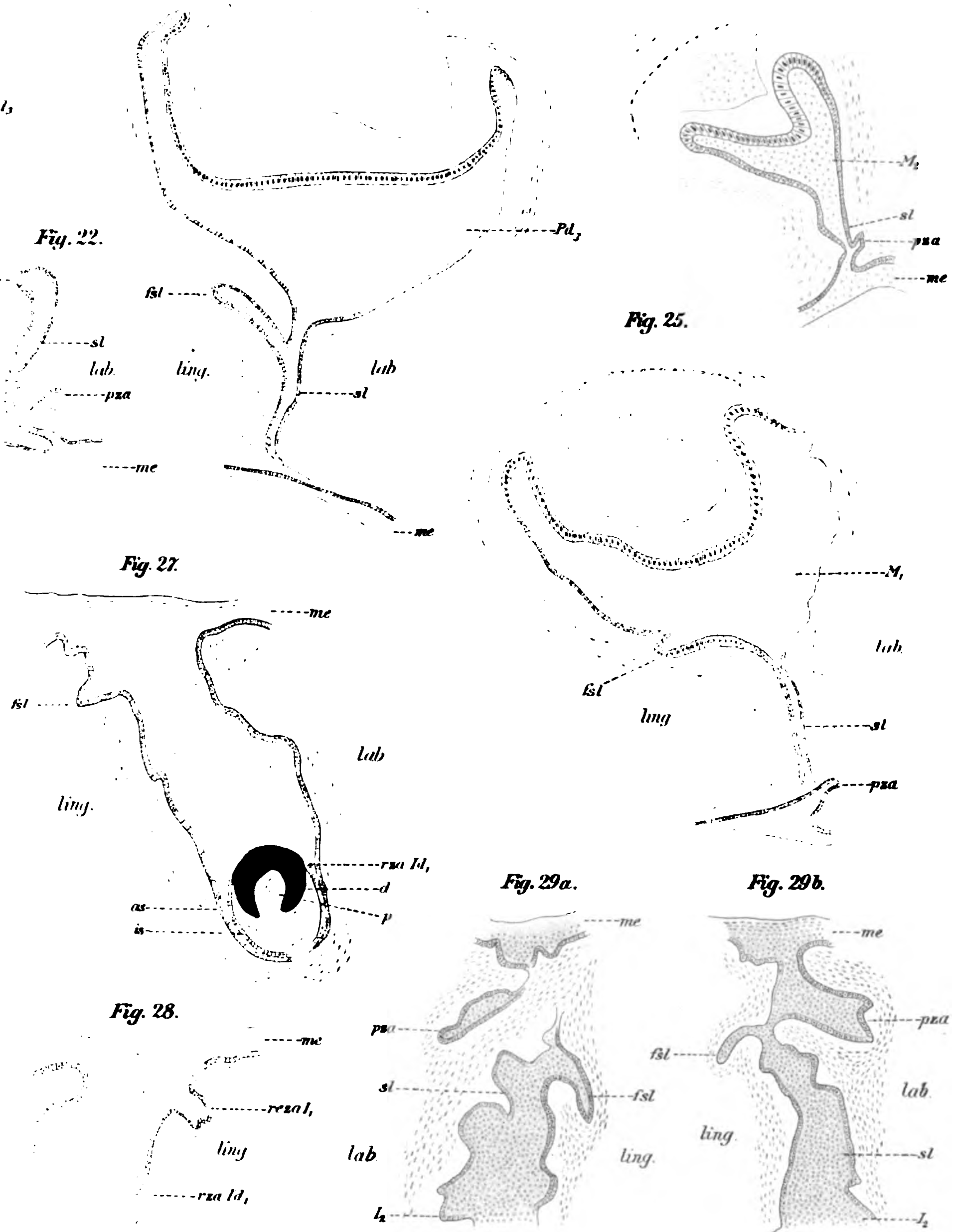
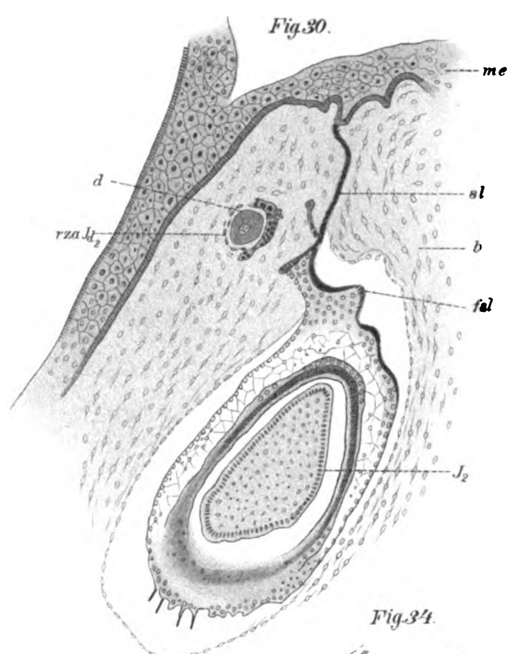


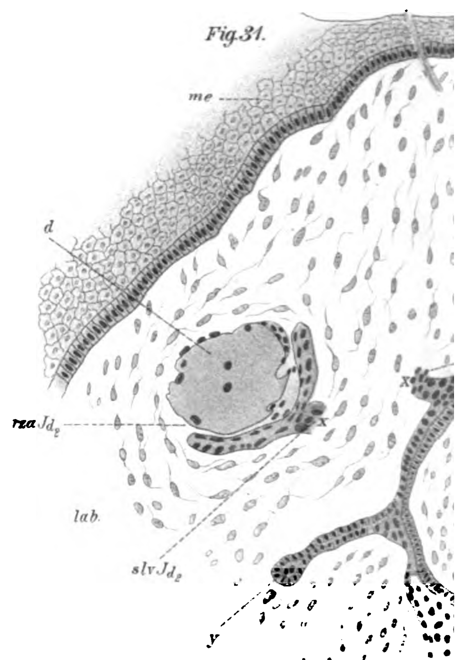
Fig. 20

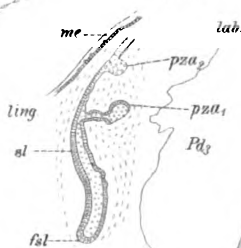


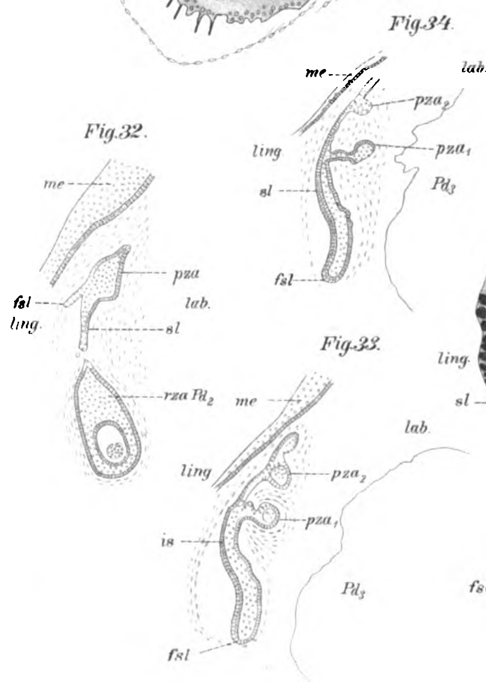
Adloff f. z.

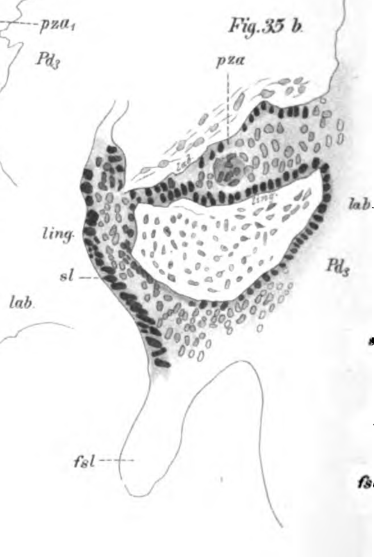

Fig. 24.
Fig. 26.
Fig. 22.
Fig. 25.
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 29a.
Fig. 29b.
Pd₃
fsl
sl
lab
ling.
pza
me
M₁
M₂
rza Id₁
d
p
as
is
rez a I₁
l₂


Fig. 30.
me
d
sl
rza Jd_2
b
fsl
J_2

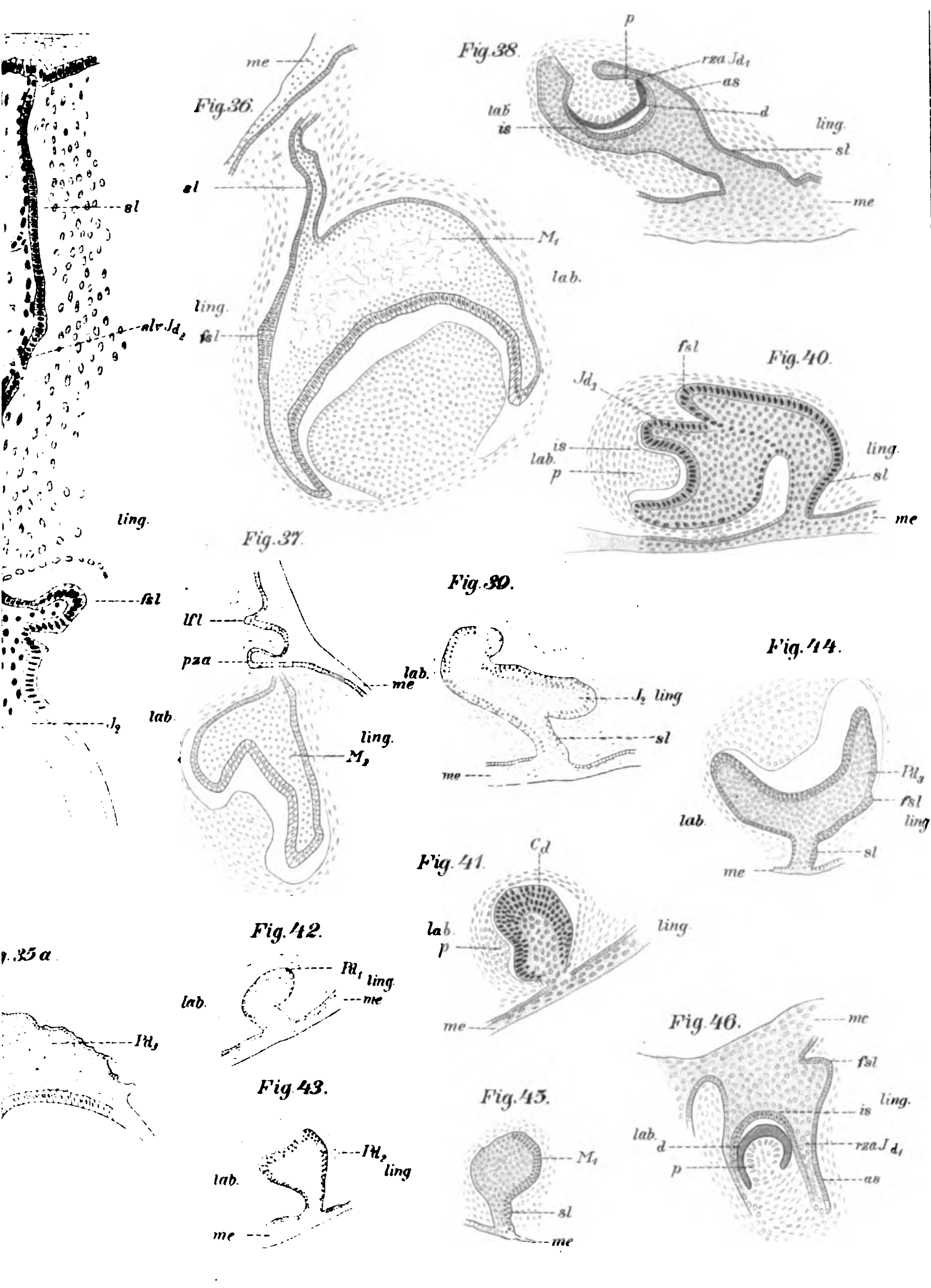

Fig. 31.
me
d
x
rza Jd_2
lab.
slv Jd_2
y


Fig. 34.
me
lab.
pza_2
ling.
pza_1
sl
Pd_3
fsl


Fig. 32.
me
pza
lab.
fsl
ling.
sl
rza Pd_2
Fig. 33.
me
lab.
ling
pza_2
is
pza_1
Pd_3
fsl

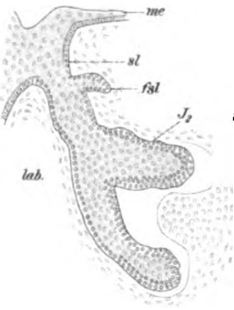

Fig. 35 b.
pza
ling.
lab.
sl
Pd_3
fsl

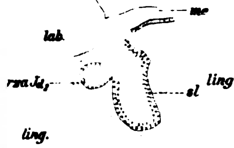

me
pza
sl
fsl

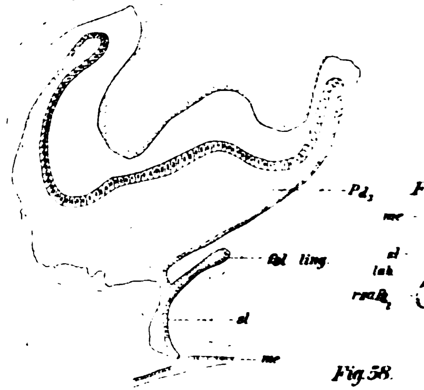


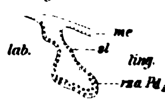
Fischer

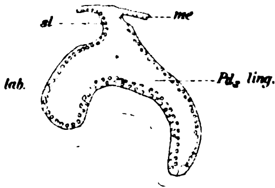
Lithographie v E. Schaal

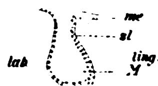

Fig. 47.
me
sl
fsl
J2
lab.

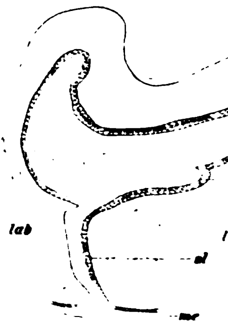

Fig. 48.
me
lab.
ling.
sl
ling.

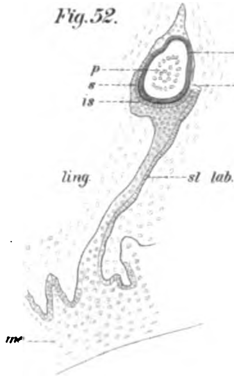

Fig. 57.
lab.
ling.
sl
me


Fig. 49.
me
lab.
sl
ling.


Fig. 50.
sl
me
lab.
ling.


Fig. 51.
me
sl
lab
ling.


Fig. 58.
lab
sl
me


Fig. 52.
p
s
is
d
ling.
sl
lab.
me

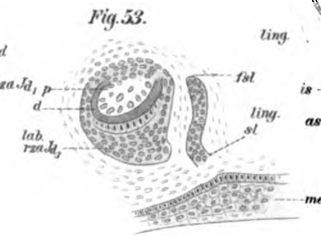
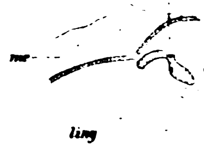
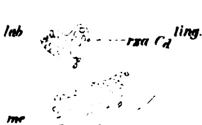
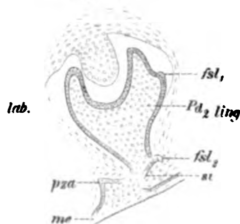
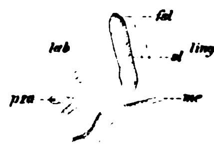

Fig. 53.
p
d
lab.
fsl
ling.
sl
me

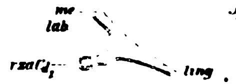

Fig. 59.
me
fsl
ling.
sl
lab
is
as
d
p

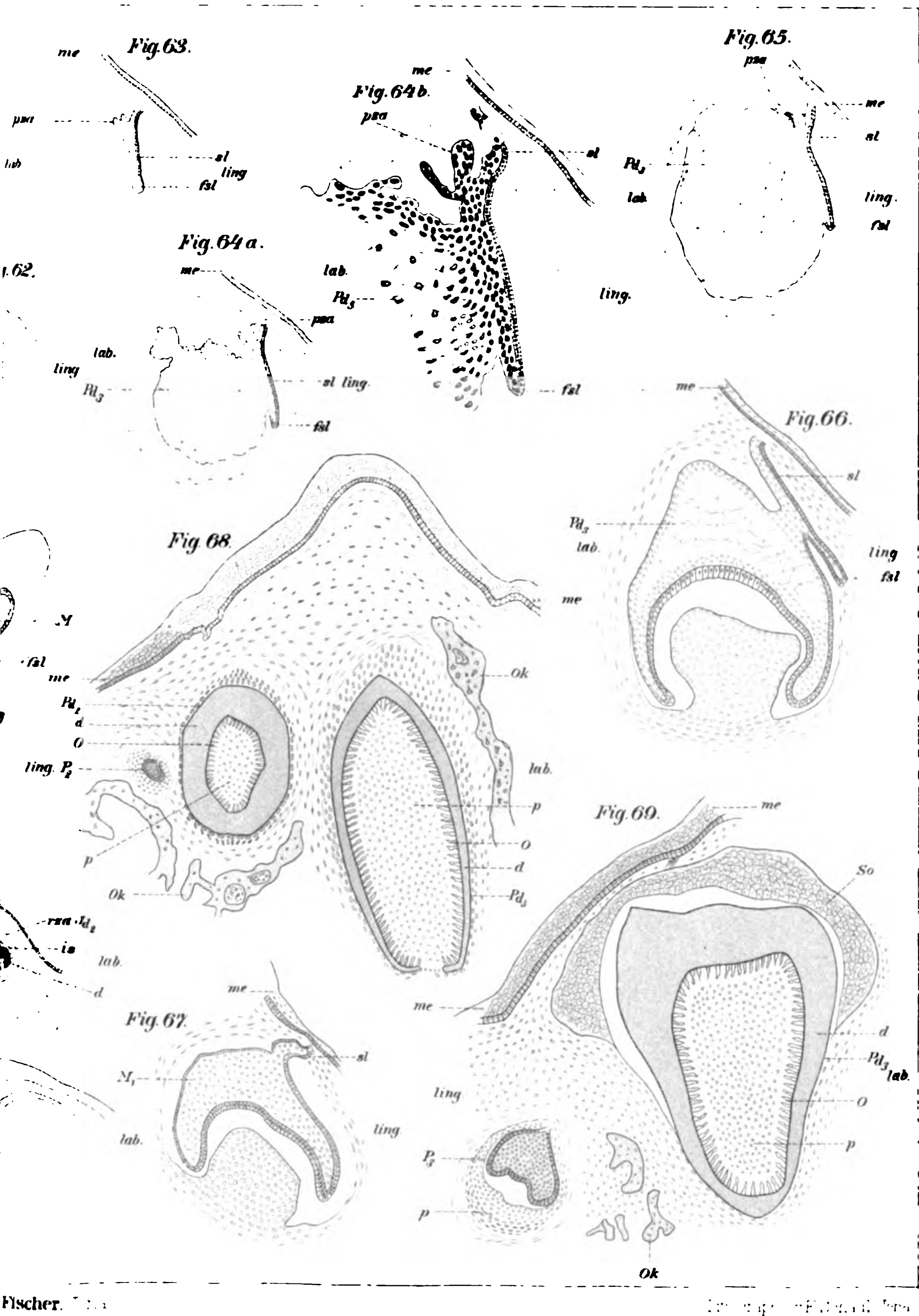

Fig. 60.
sl
me
ling


Fig. 54.
lab
ling.
me


Fig. 55.
lab.
ling.
pza
me


Fig. 56.
fsl
lab
sl
ling.
pza
me


Fig. 61.
me
lab
ling


Fig. 63.
me
psa
lab
sl
ling
fsl
Fig. 64 a.
me
psa
lab.
ling
Pd3
sl ling.
fsl
Fig. 64 b.
me
psa
sl
lab.
Pd3
ling.
fsl
Fig. 65.
psa
me
sl
Pd3
lab
ling.
fsl
Fig. 66.
me
sl
Pd3
lab.
ling
fsl
me
Fig. 68.
me
Pd2
d
O
ling. P2
p
Ok
Ok
lab.
p
O
d
Pd3
Fig. 69.
me
So
me
d
Pd3 lab.
O
p
ling
P3
p
Ok
Fig. 67.
me
sl
M1
lab.
ling
M
fsl
me
rza Id2
is
lab.
d

Fischer.

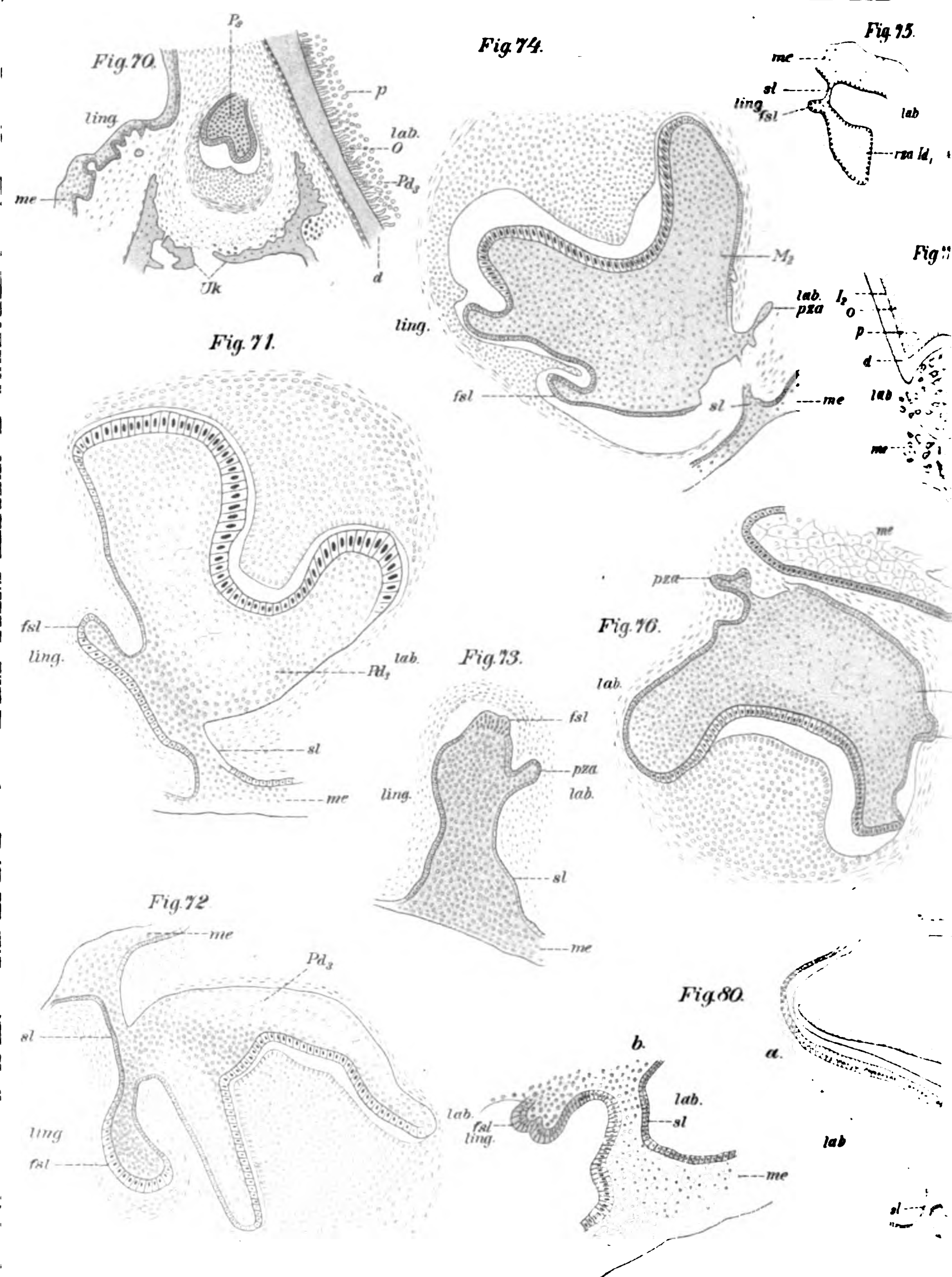

Fig. 70.
P_2
p
lab.
O
Pd_3
d
ling.
me
Uk
Fig. 71.
fsl
ling.
lab.
Pd_3
sl
me
Fig. 72
me
Pd_3
sl
ling
fsl
Fig. 73.
fsl
pza
lab.
ling.
sl
me
Fig. 74.
M_2
lab.
pza
ling.
fsl
sl
me
Fig. 75.
me
sl
ling
fsl
lab
Fig. 76.
pza
me
lab.
Fig. 80.
b.
a.
lab.
fsl
ling.
sl
me
lab
sl

Fig. 78.

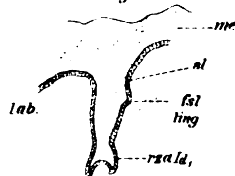
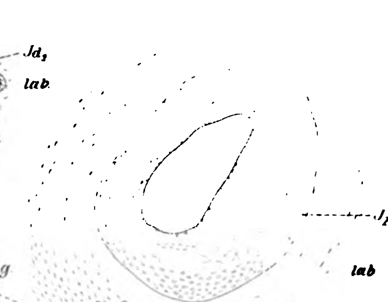


Fig. 79.



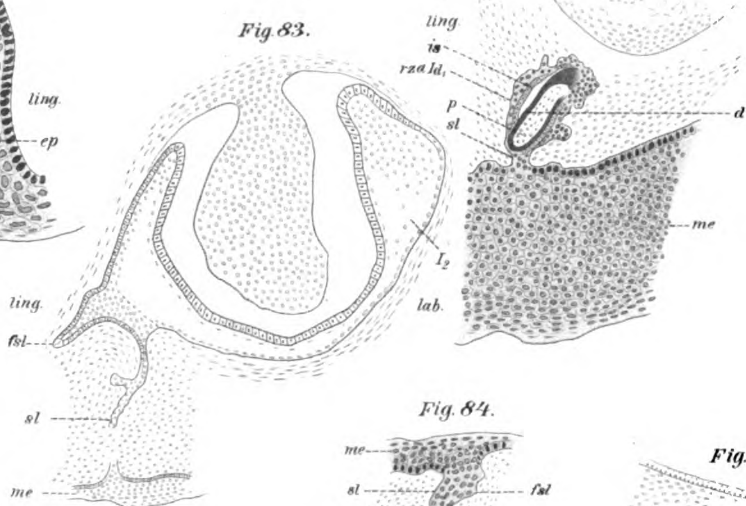
Fig. 82.



77.

ling.
ep

Fig. 83.



M2
ling.
fsl

Fig. 84.

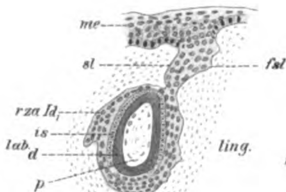
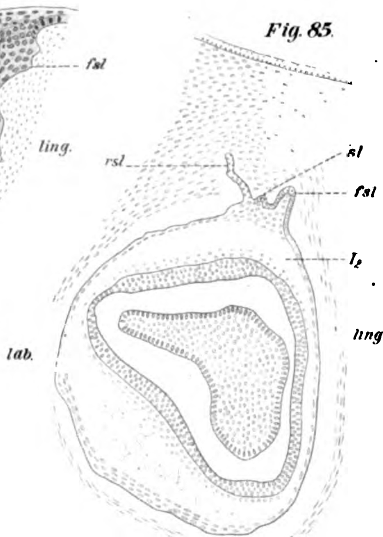
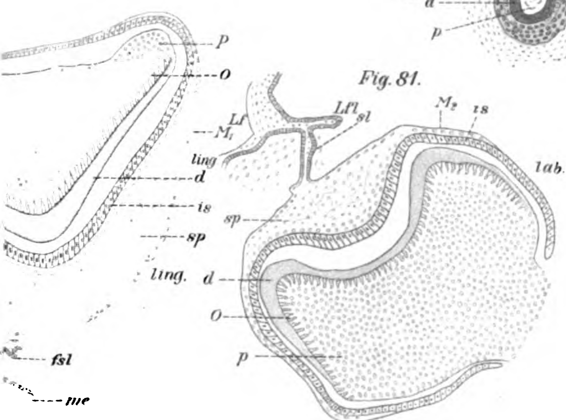


Fig. 85.



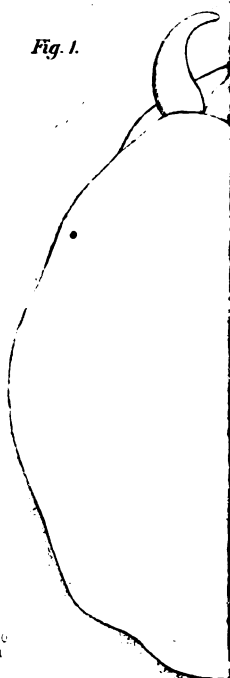
p
o
d
is
sp
ling.
fsl
me

Fig. 81.



Fischer, Jena.

Lithographie v. F. Schaal, Jena

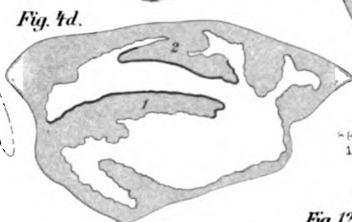


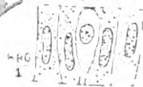












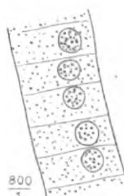
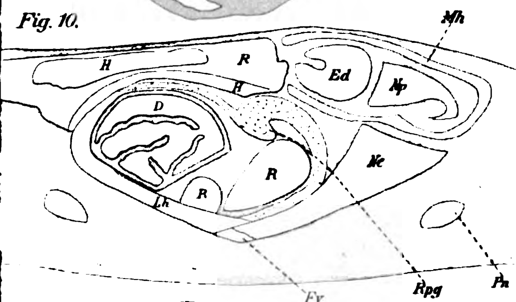
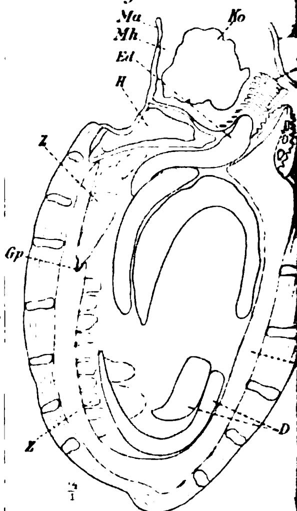
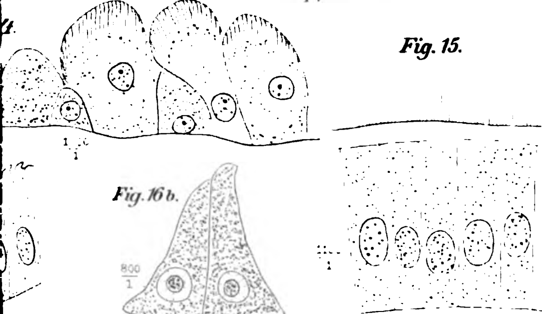


Fig. 4e.





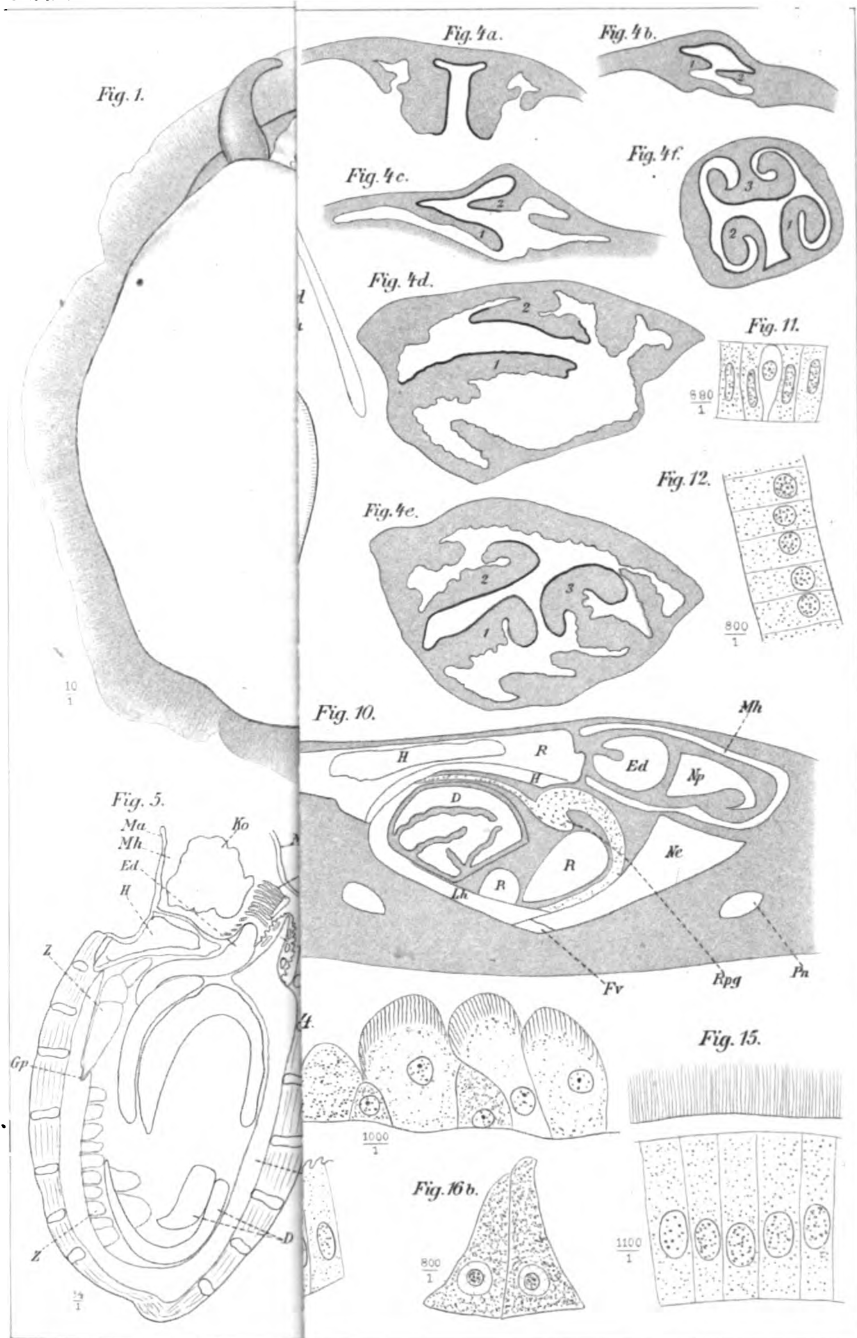




1

4a 4b
4c 4f
4d 11
4e 12

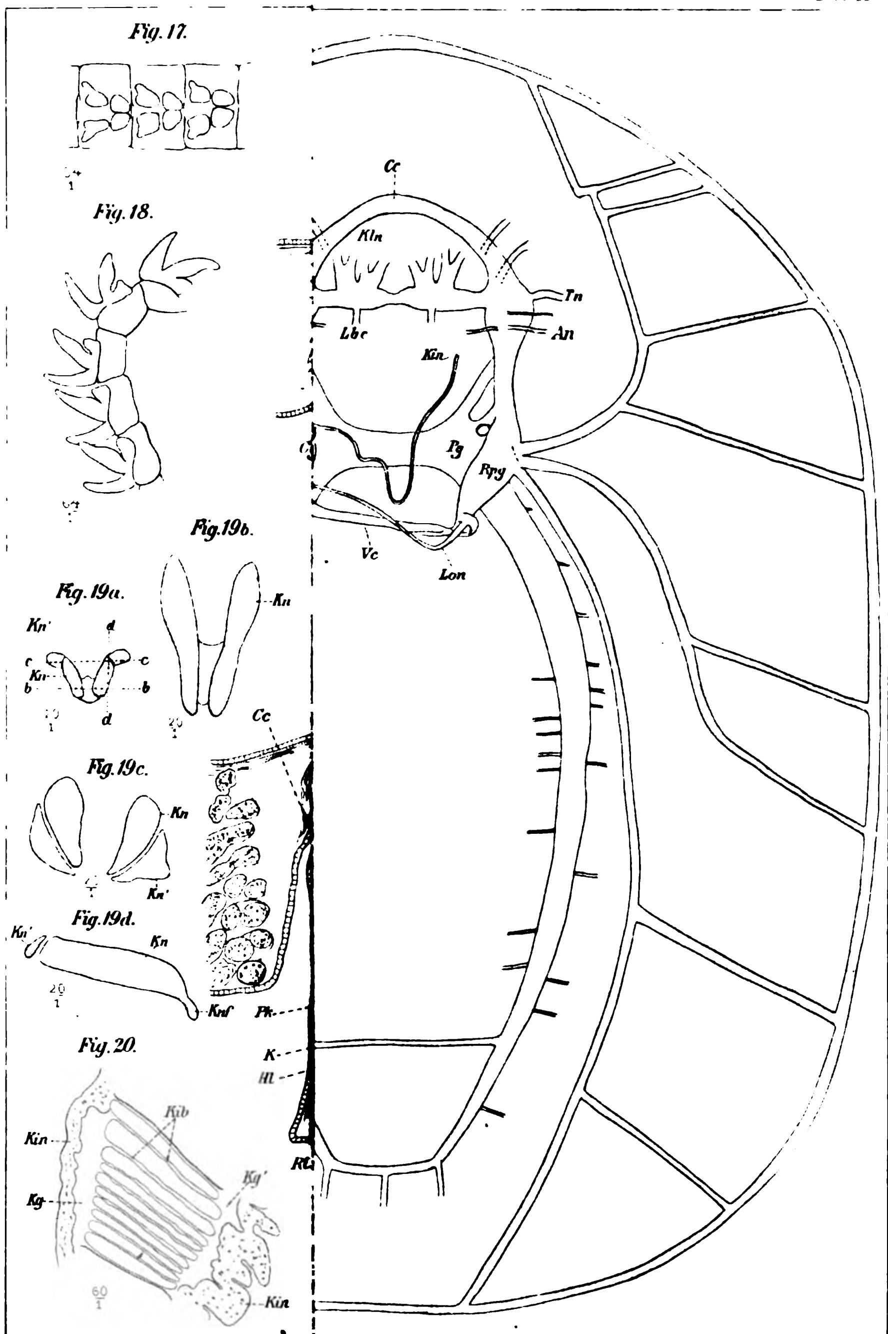
5 14 10 15
16b



Willcox del.

Lithographie v. E. Schaal, Jena.

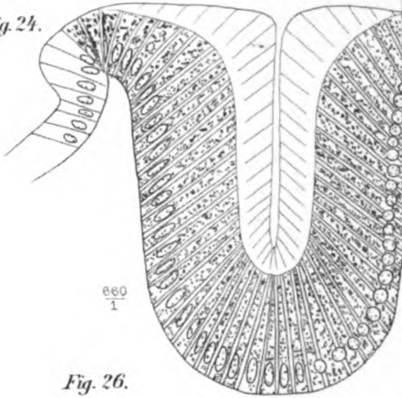
1 4a 4b
4c 4f
4d 11
4e 12
14 10
5 16b 15

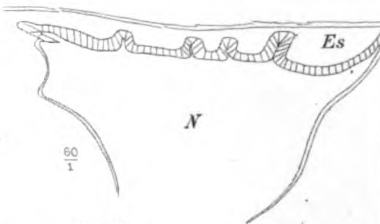


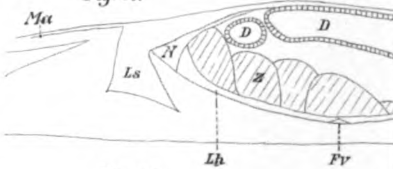
Willcox del.

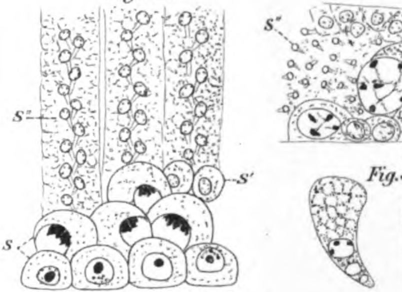
17
18
19a 19b
19c
19d
20

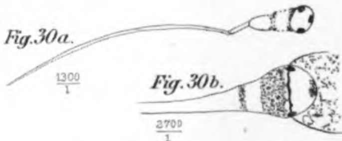
23













Willcox del.

24
26
27
28
30a
30b

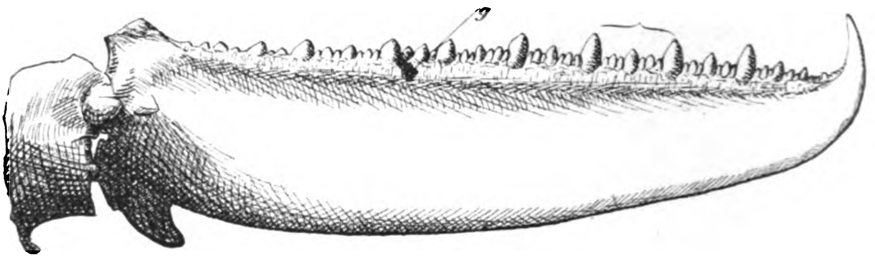


Fig. 1.



Fig. 2.

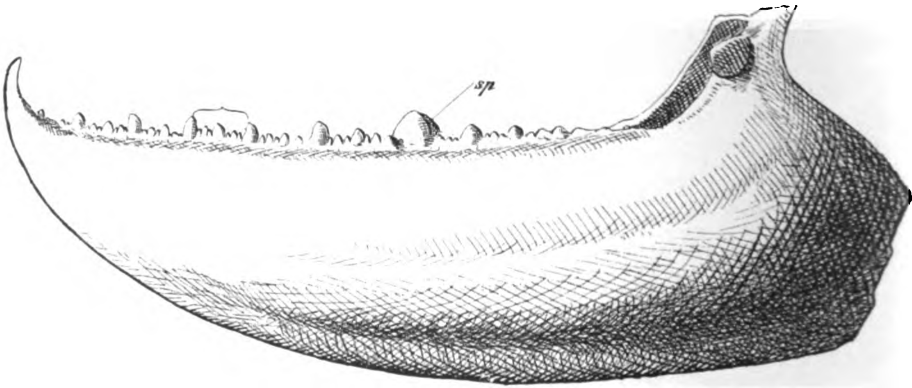


Fig. 3.

Verlag von G

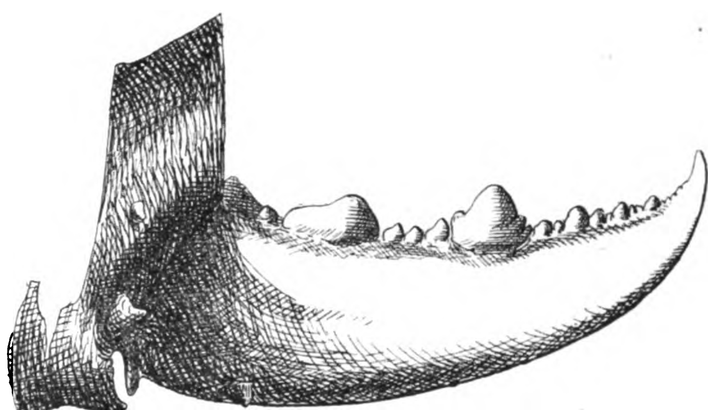


Fig. 4.

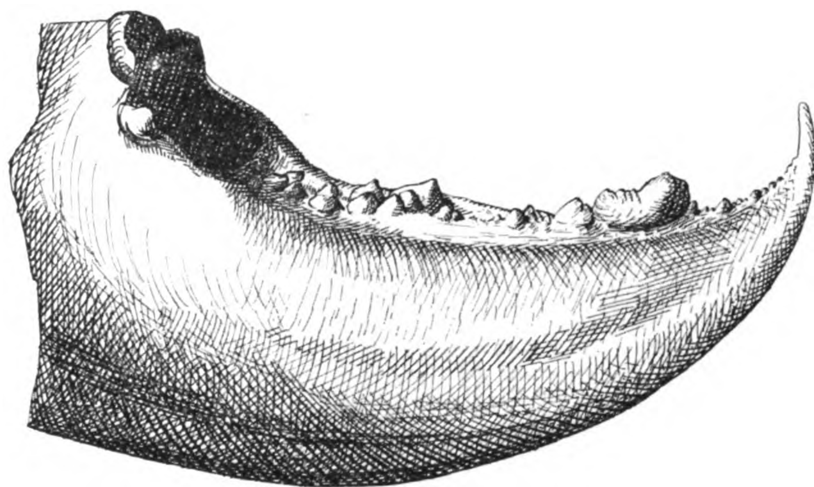


Fig. 5

Gustav Fischer in Jena.

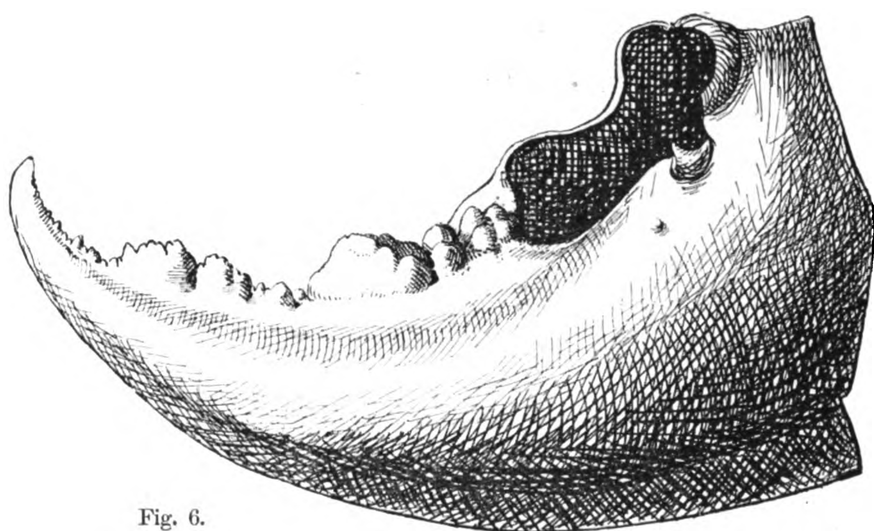


Fig. 6.

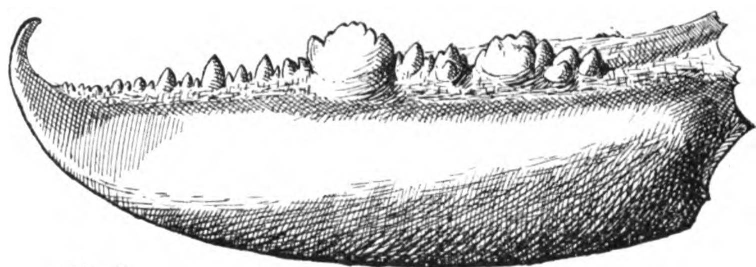


Fig. 7.

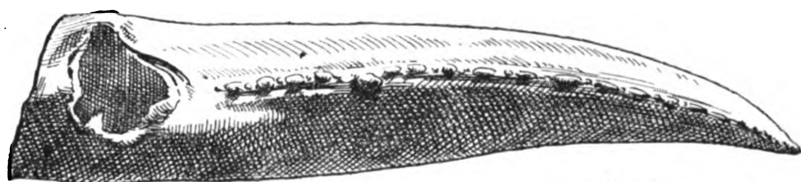


Fig. 8.

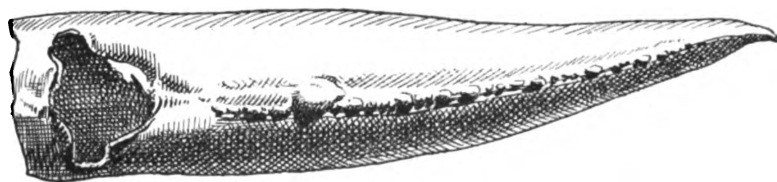


Fig. 9.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Fig. 2.

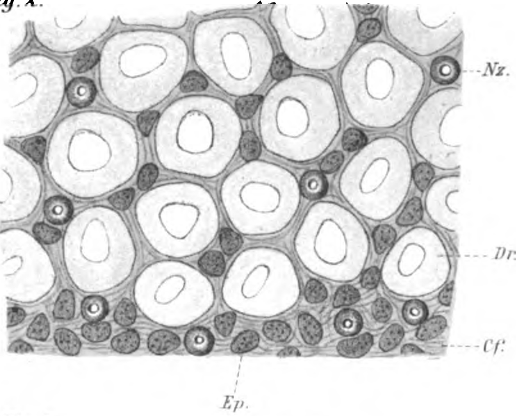


Fig. 7.

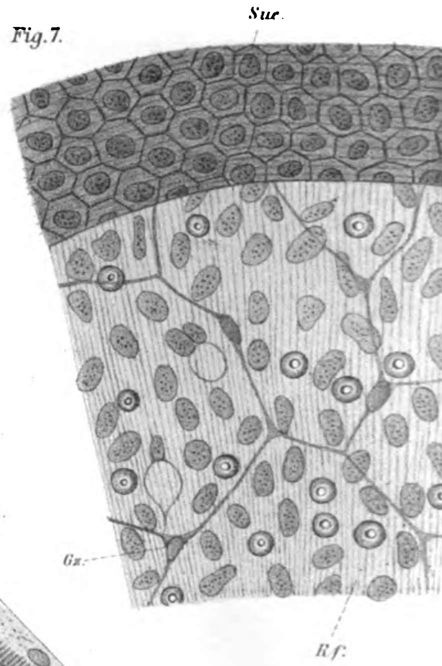


Fig. 1.

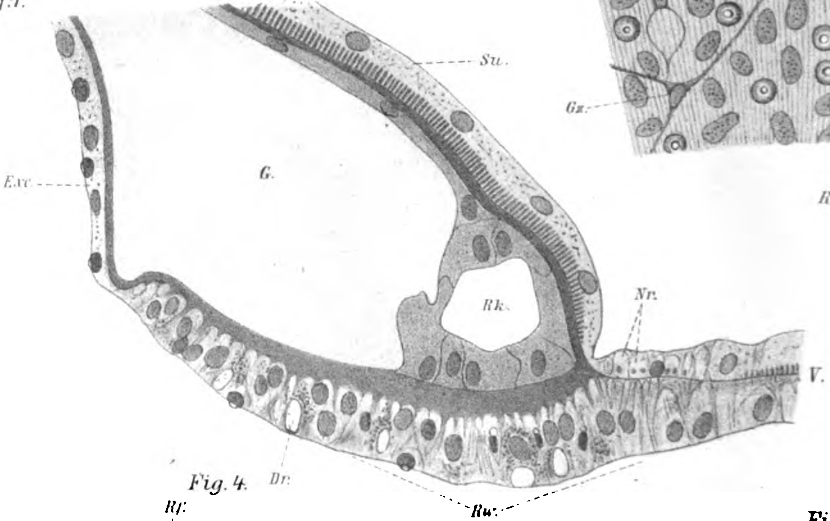


Fig. 4.

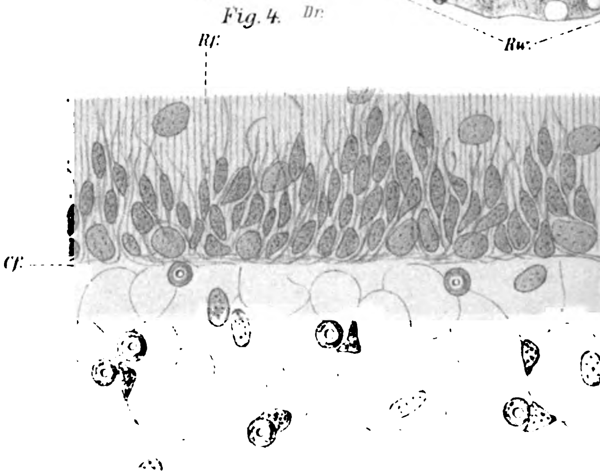
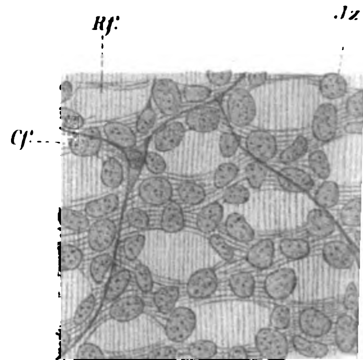
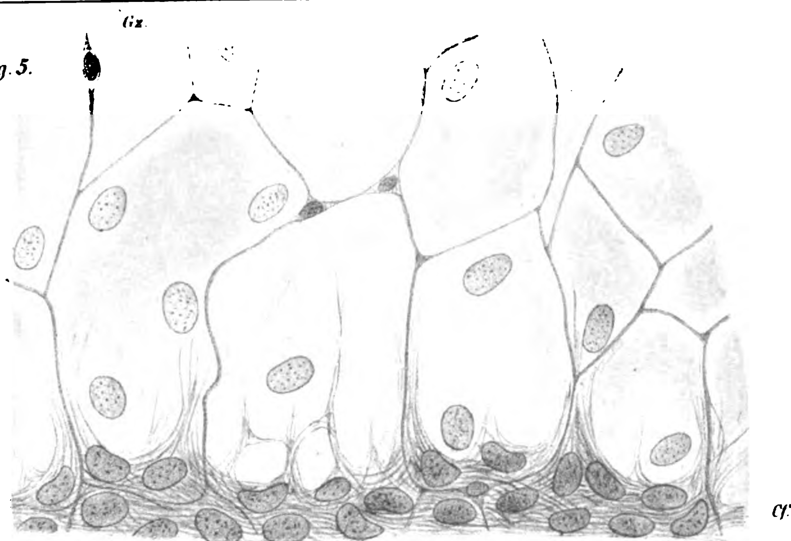
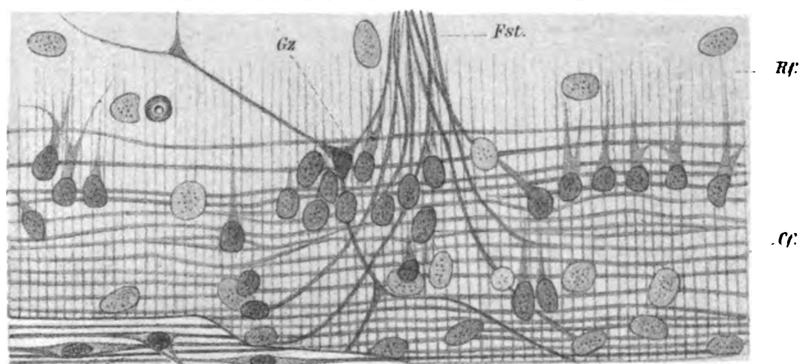


Fig. 3.



Verlag v. Gustav Fi







scher, Jena.

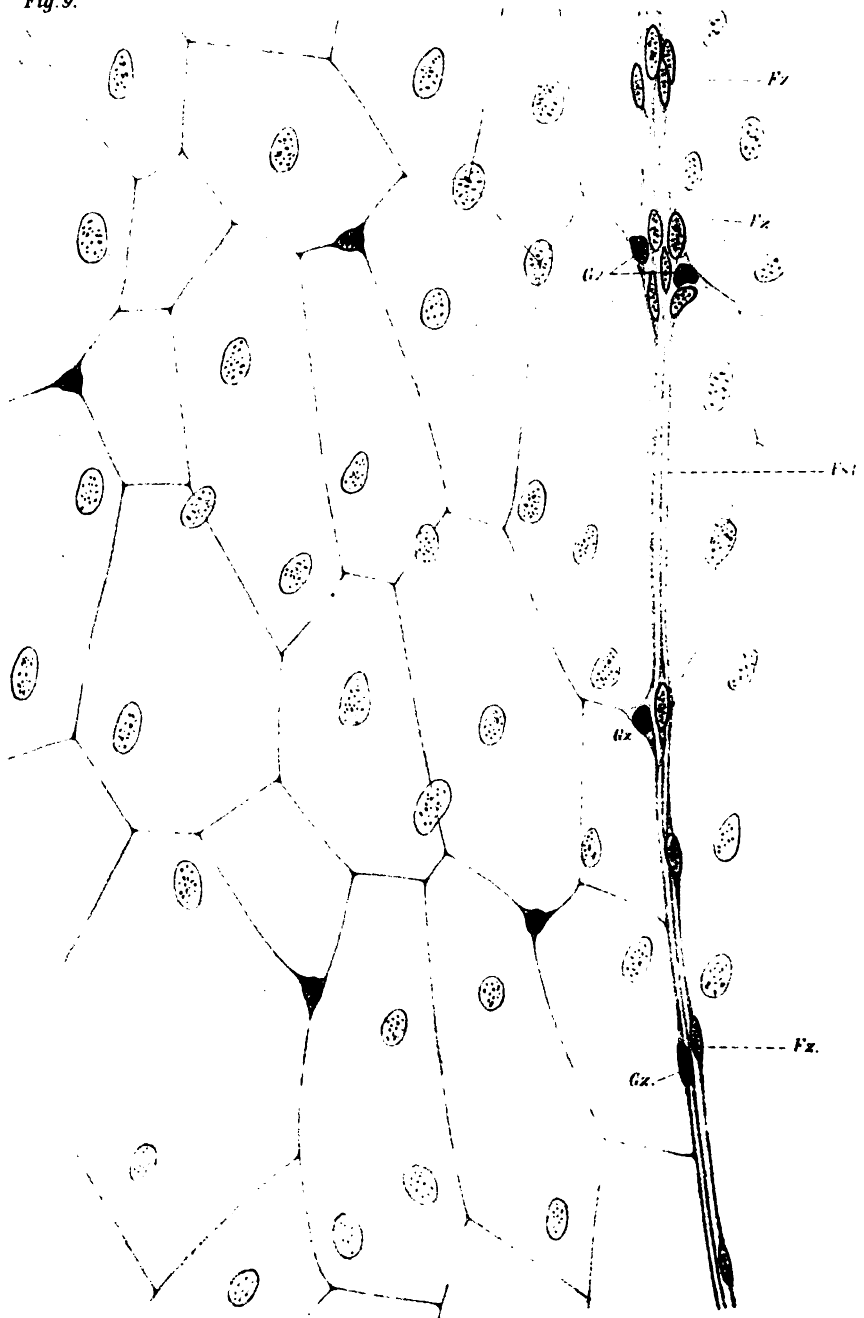

Fig. 9.
Fz
Fz
Gz
Fst
Gz
Fz.
Gz.

Fig. 11.

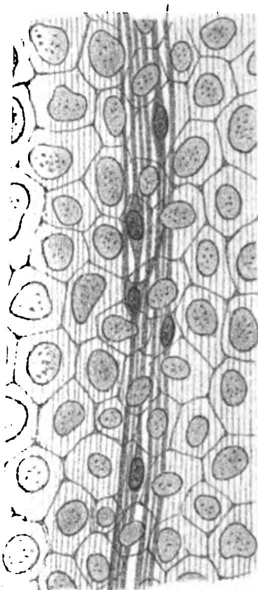


Fig. 12.

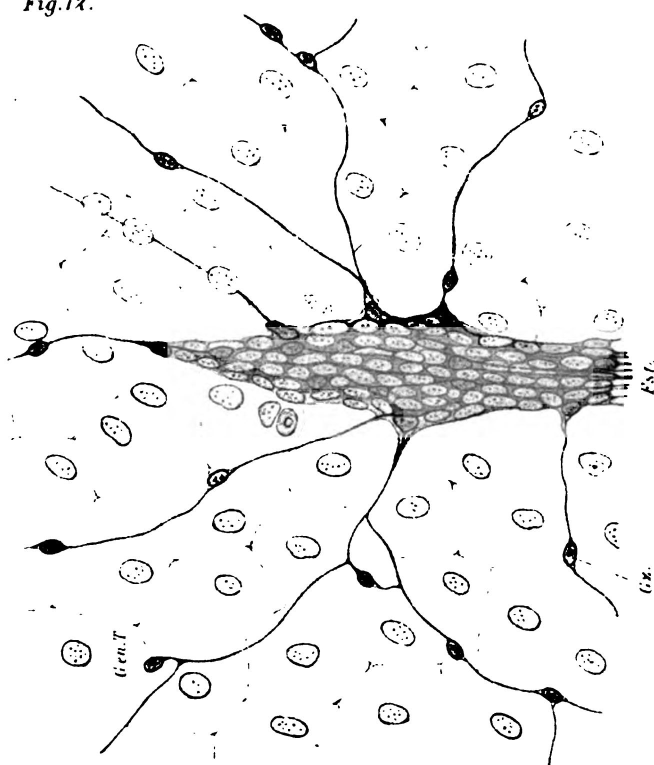
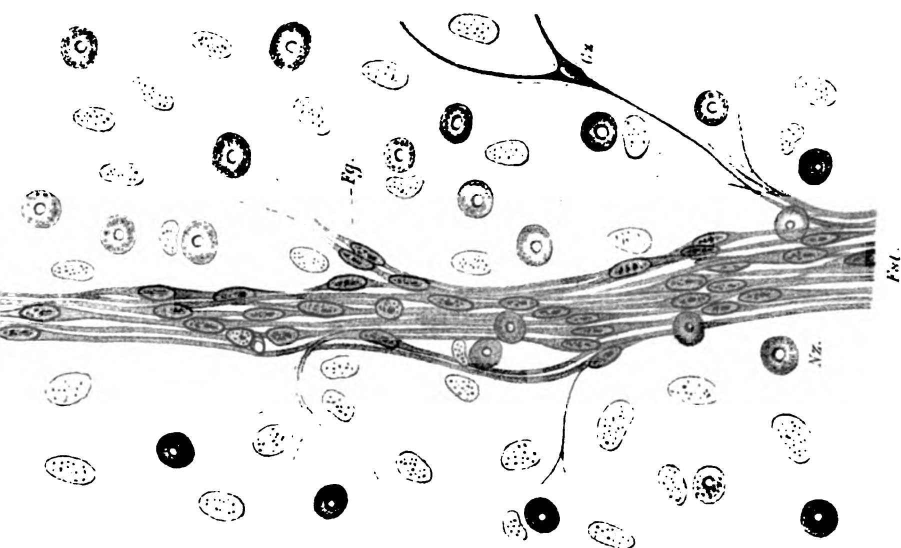
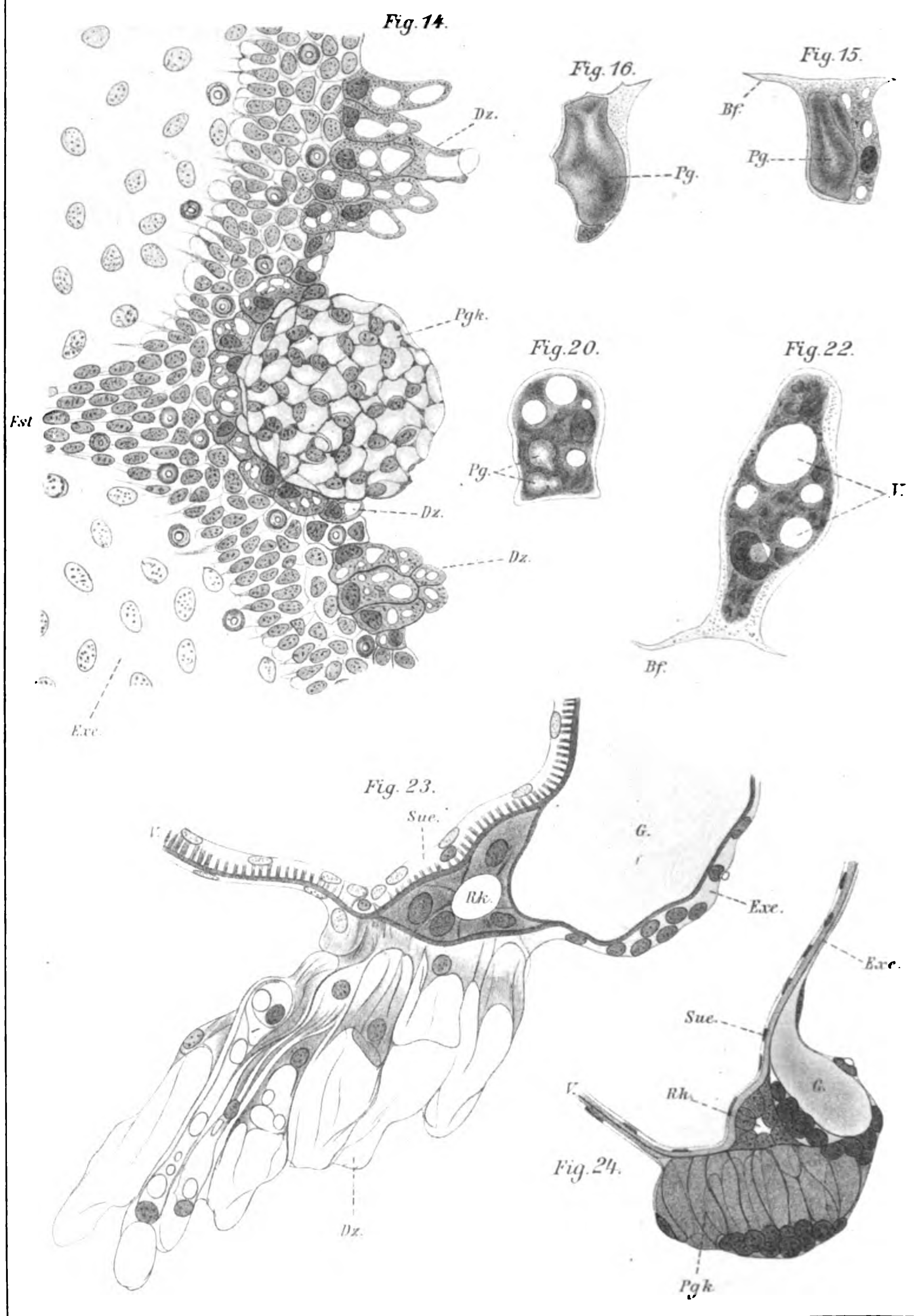


Fig. 10.



Fischer, del.

Lith. Anst. v. E.A. Funke Leipzig


Fig. 14.
Dz.
Pgk.
Fst
Dz.
Dz.
Exc.
Fig. 16.
Pg.
Fig. 15.
Bf.
Pg.
Fig. 20.
Pg.
Fig. 22.
Bf.
Fig. 23.
Sue.
Rk.
G.
Exc.
Dz.
Exc.
Sue.
Rk.
G.
V.
Fig. 24.
Pgk

Gustav

Fig. 25.

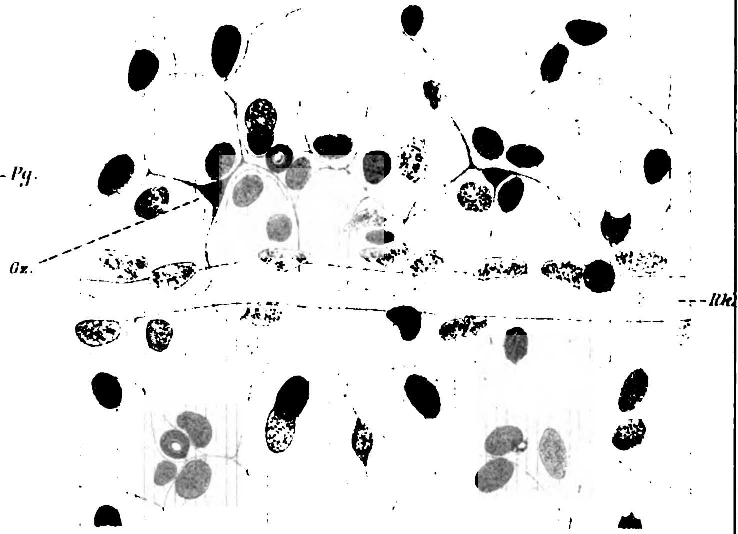


Fig. 18.

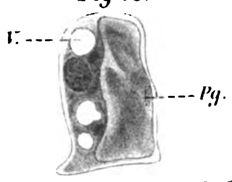


Fig. 19.

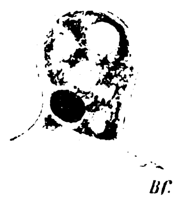


Fig. 26.

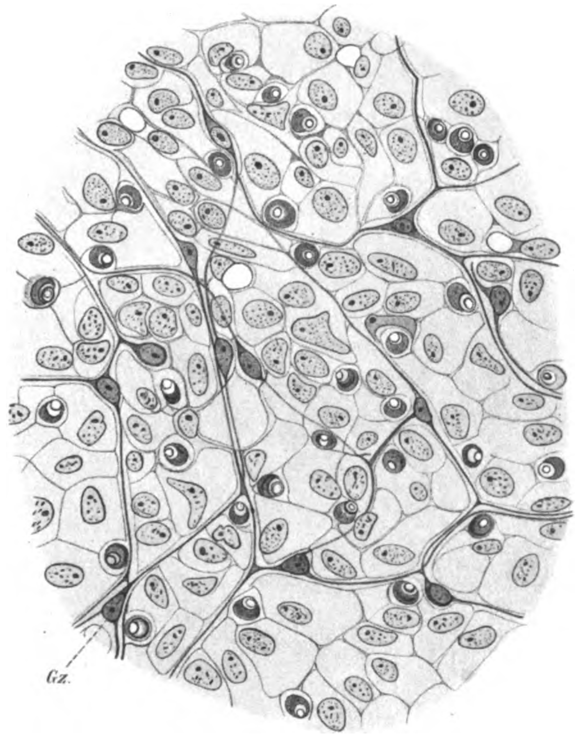


Fig. 21.

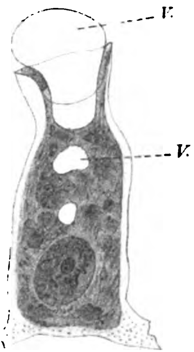
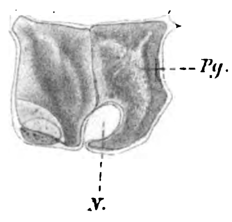


Fig. 17.



Fischer, Jena.

Fig. 27.



Fig. 28.



Fig.

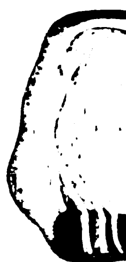


Fig. 30.

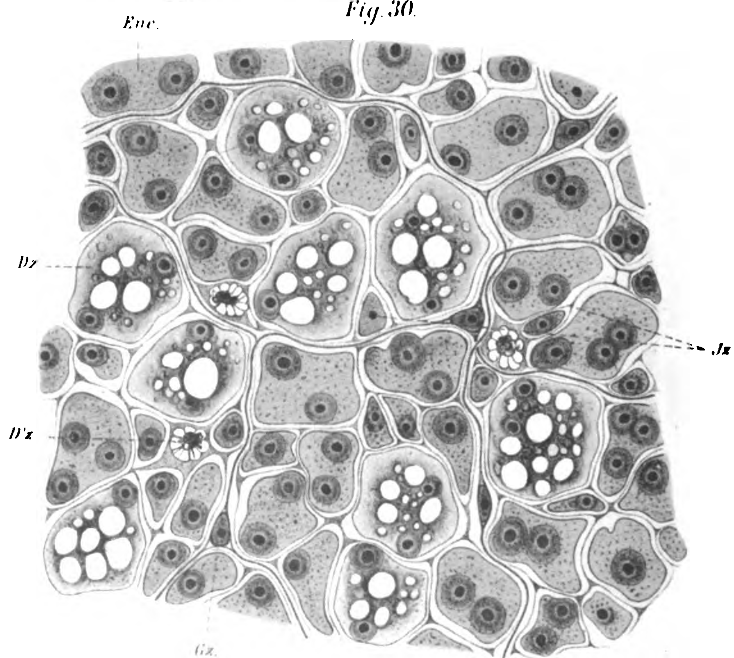




Fig. 35

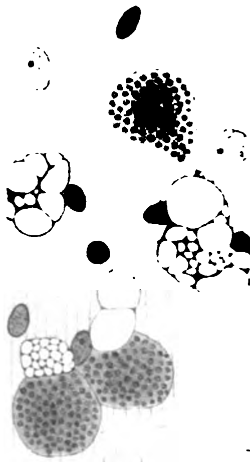
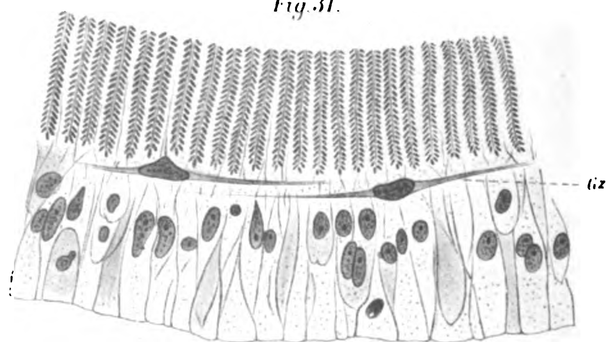


Fig. 31.



9).

33

Fig. 32.

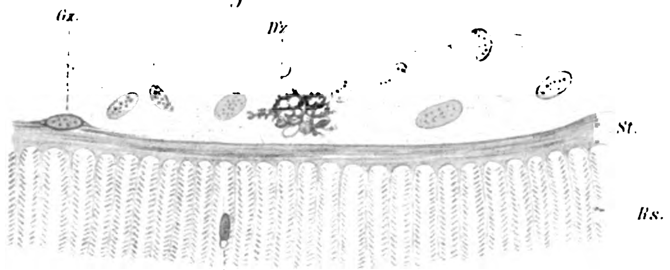
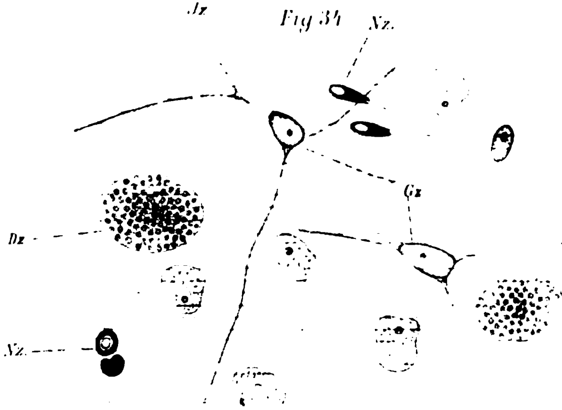


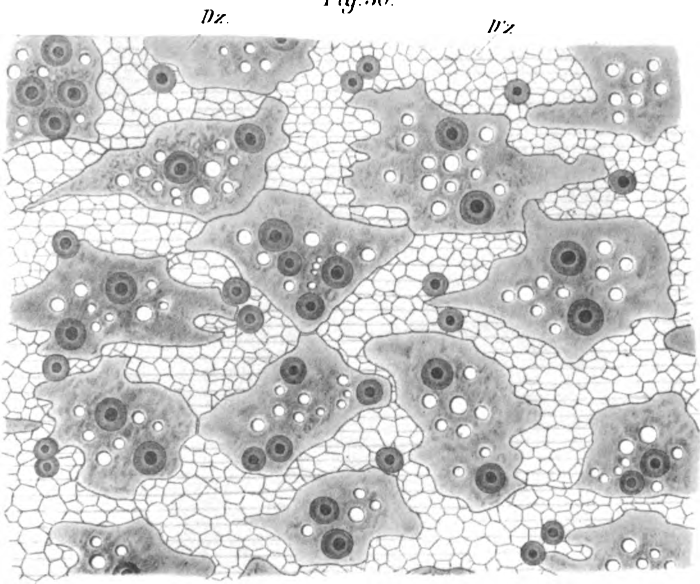
Fig. 34



Gz.

Dz

Fig. 36.



ischer.

Fig. 40.

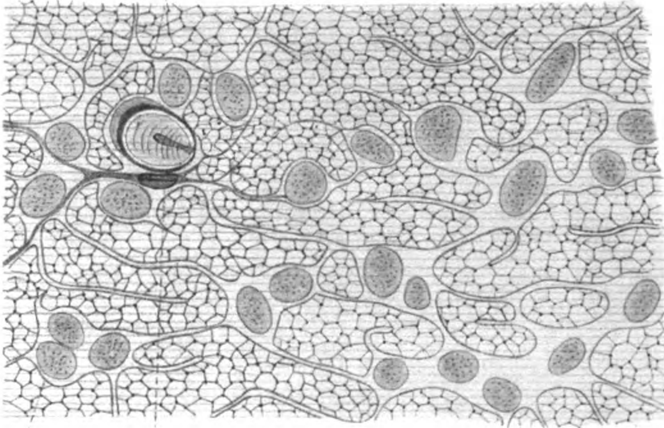


Fig. 44.

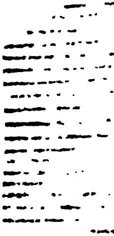


Fig. 38.

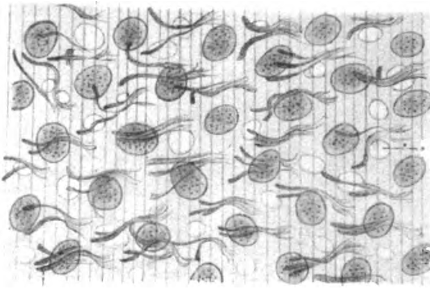


Fig. 45.



Fig. 37



Fig. 39.

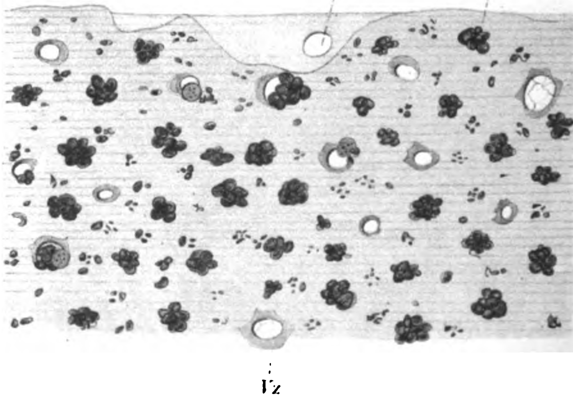




Fig. 41.

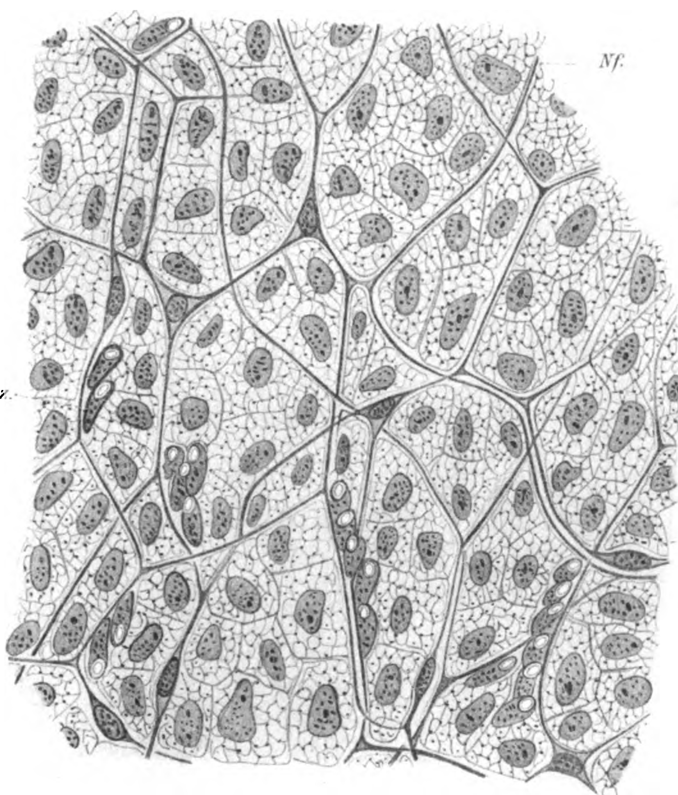


Fig. 42.

av Fischer, Jena.

Fig. 43.

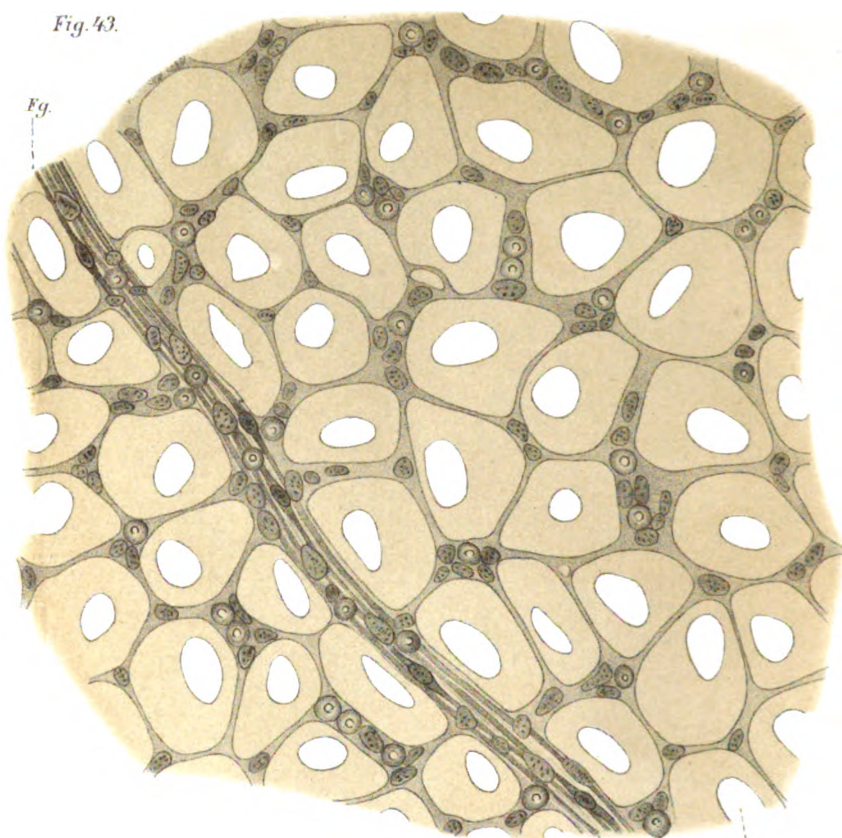


Fig. 46.

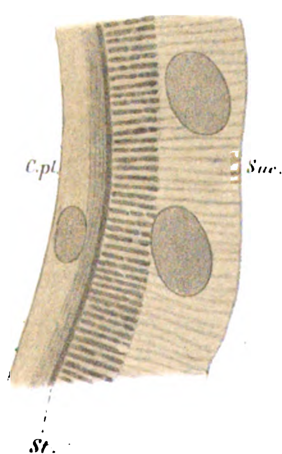


Fig. 49.



Fig. 50.

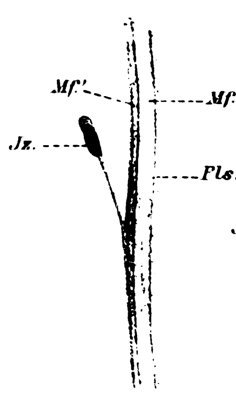
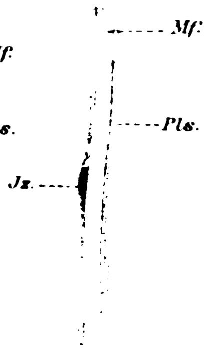
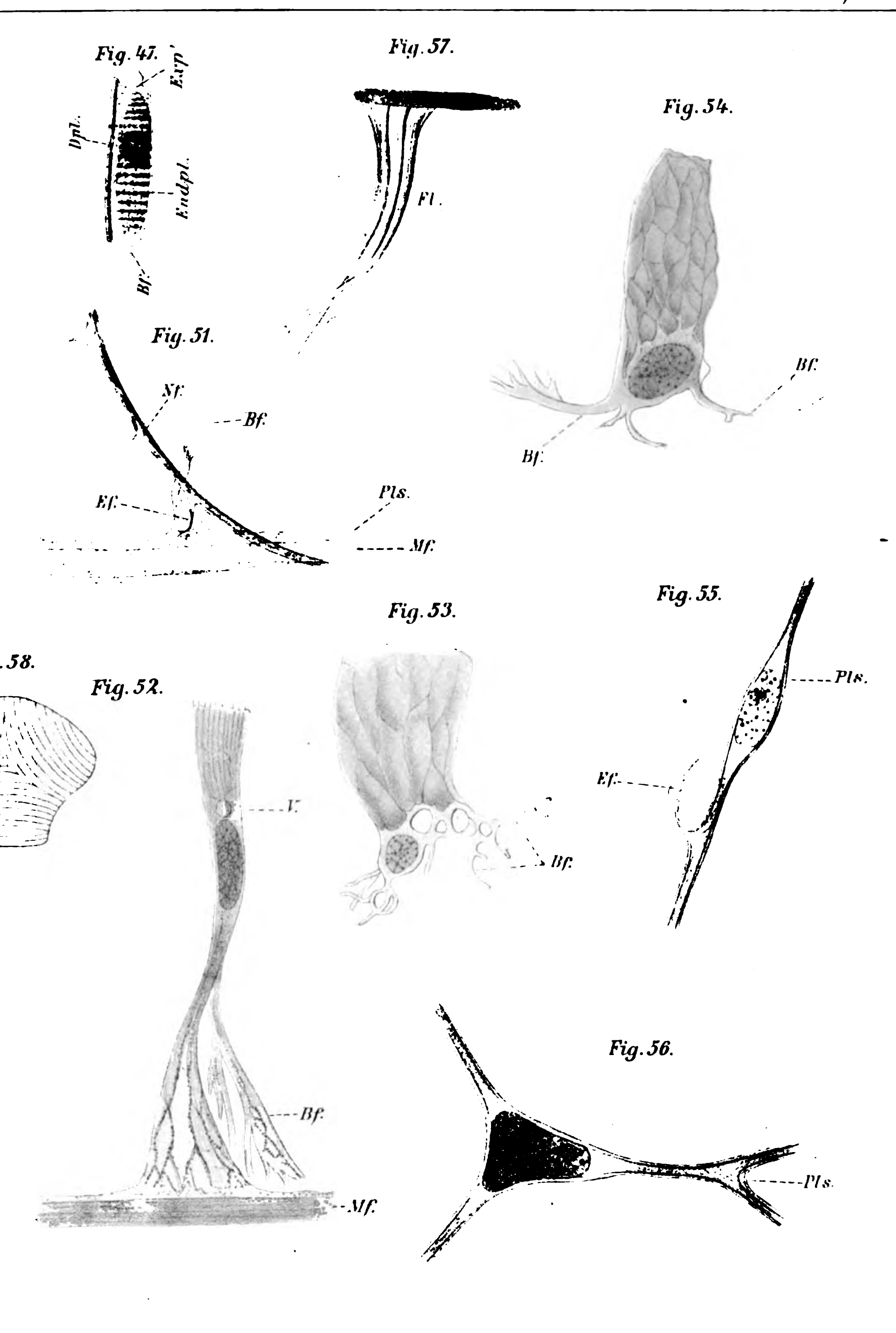


Fig. 48.





Fischer, Jena.

Fig. 59.

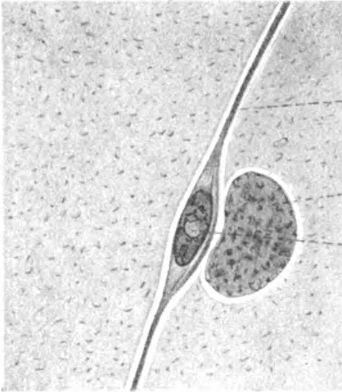


Fig. 60.

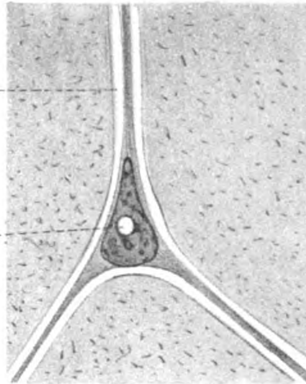


Fig. 61.

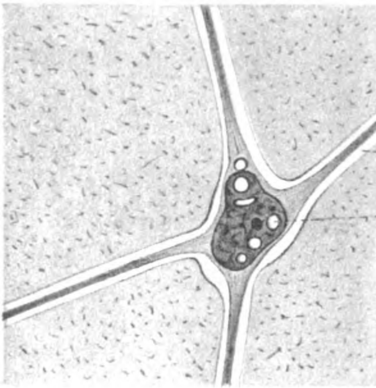


Fig. 62.

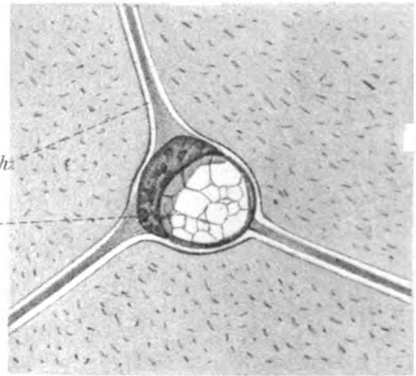
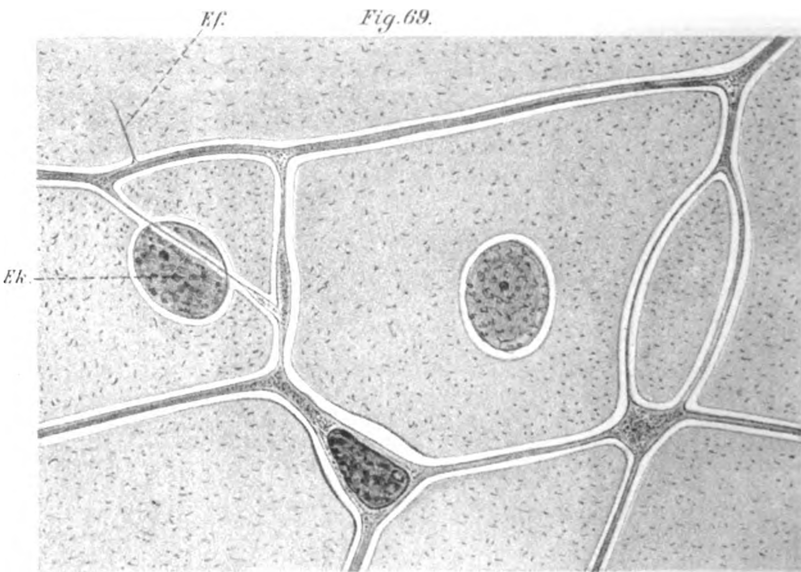
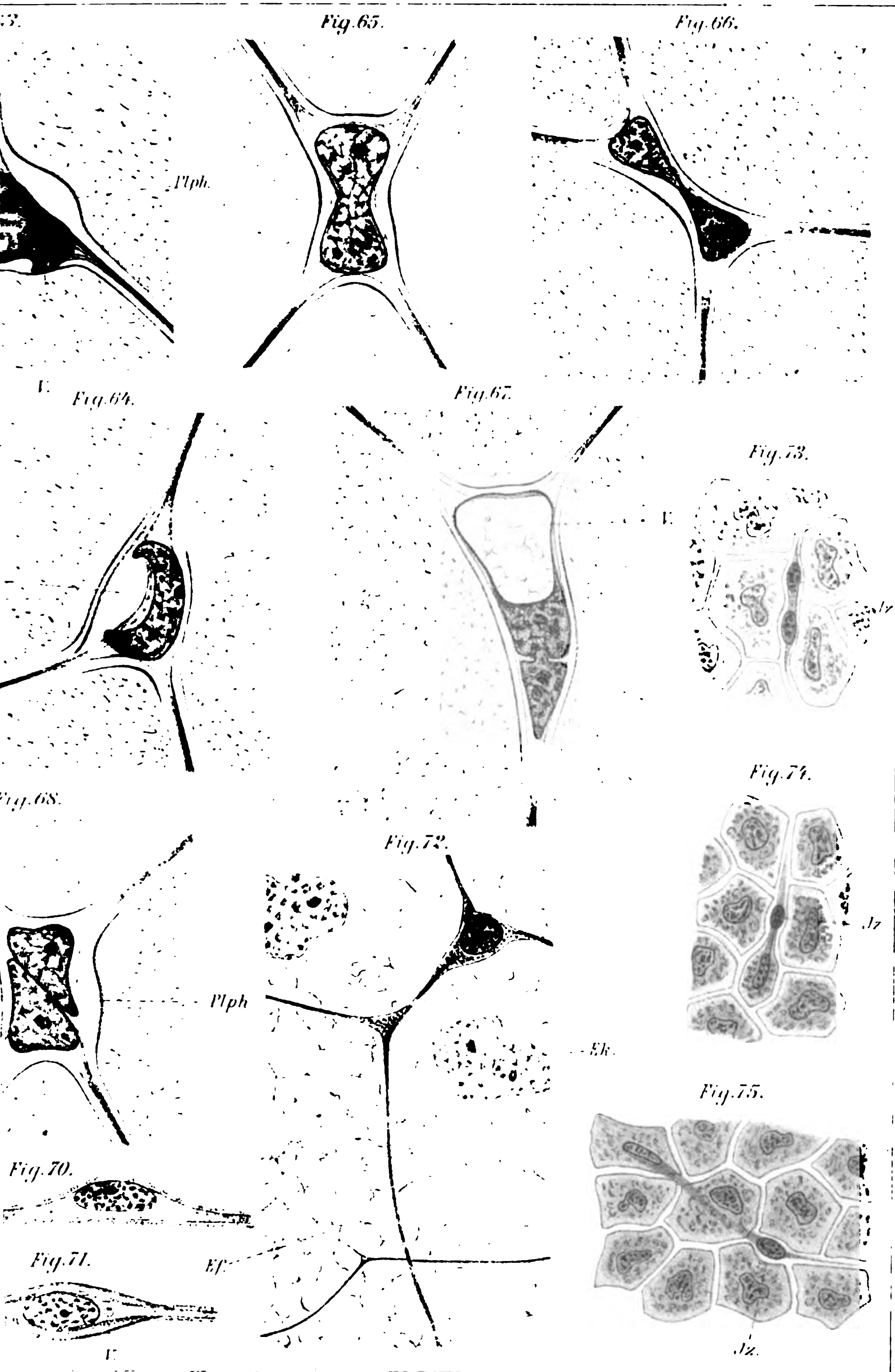


Fig. 69.




Fig. 65.
Fig. 66.
Plph.
V.
Fig. 64.
Fig. 67.
V.
Fig. 73.
Jz
Fig. 68.
Fig. 74.
Fig. 72.
Plph
Jz
Sk.
Fig. 75.
Fig. 70.
Fig. 71.
Ef.
V.
Jz.

Jenaische Zeitschrift

für

NATURWISSENSCHAFT

herausgegeben

von der

medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft

zu Jena.

Zweiunddreissigster Band.

Neue Folge, Fünfundzwanzigster Band.

Drittes und viertes Heft.

Mit 18 lithographischen Tafeln und 33 Abbildungen im Text.

Inhalt.

Preis: 25 Mark.

Jena,

Verlag von Gustav Fischer.

1898.

Zusendungen an die Redaktion erbittet man durch die Verlagsbuchhandlung.

Ausgegeben am 29. Dezember 1898.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.

Beigeheftet sind diesem Hefte zwei Prospekte der Verlagsbuchhandlung von Chr. Hermann Tauchnitz in Leipzig, beigelegt je ein Prospekt der Verlagsbuchhandlungen von E. Schweizerbart in Stuttgart, Friedrich v. Zezschwitz in Gera, A. Twietmeyer in Leipzig und M. Wilckens in Eisenach, um deren Beachtung freundlichst gebeten wird.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 1788


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 03318 5763

